

AGRICULTURA ORGANICA

ALBERTO ALDANA CASTIBLANCO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

BOGOTA D.C.

2005

MÓDULO

AGRICULTURA ORGÁNICA

PRIMERA EDICIÓN

ISBN

2005
entro Nacional de Medios para el Aprendizaje

INDICE

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

Parábola del sembrador:
"…otra parte de la semilla
cayó en buena tierra
y dio buenas cosechas,
algunas espigas dieron
cien granos por semilla,
otras setenta granos
y otras treinta…"
Mt. 13.1-9

PRESENTACION

Las estrategias formuladas en el Plan de Desarrollo 2004-2007, el criterio profundo de los lineamientos rectorales y las decisiones acertadas del Decreto 217 de febrero de 2004, conforman un modelo especial de universidad pública, con capacidades y herramientas para actuar sinérgica y eficazmente en pro del desarrollo que requiere el país.

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, ha dado un paso gigantesco al consolidar una nueva misión, que la pone a las puertas de generar un desarrollo a nivel científico, técnico, social y pedagógico más holístico y vivencial. La implementación de las tecnologías de la información y de la comunicación, TICs, la ponen más cerca del nuevo paradigma educativo mundial, de conformar redes interactivas con todas las comunidades y organizaciones nacionales e internacionales interesadas en gestar procesos de crecimiento individual y colectivo.

La producción de material didáctico es parte del sueño que vienen forjando los líderes que dirigen actualmente a la UNAD, es la oportunidad de actualizar y contextualizar las temáticas de los cursos y poner en práctica el modelo del Proyecto Académico Pedagógico, PAP, instrumento acertado que facilita y fortalece el autoaprendizaje autónomo.

Presentamos una primera aproximación al conocimiento de la Agricultura Orgánica, curso correspondiente al Programa de Manejo Agroecolóçogico y Poscosecha, que podrá ser mejorado y ampliado en la medida en que se utilice y aplique. Está compuesto de tres unidades que recogen una visión de la agroecología, de las innovaciones tecnológicas para manejar la agricultura en el trópico y de la agricultura sostenible. Propone en forma concisa el manejo y los procesos de debe tener la agricultura moderna. Contiene los principios y conceptos básicos para desarrollar una agricultura sostenible mediante el uso racional y adecuado de los recursos naturales que aún nos quedan.

Este módulo va dirigido a estudiantes, tutores, productores, profesionales y técnicos del sector agrícola y demás personas interesadas en el conocimiento y profundización de una nueva agricultura. Presenta después de cada unidad una autoevaluación, es decir un cuestionario que inducirá al estudiante a consultar bibliografía y cibergrafía adicional , a desarrollar algunas actividades prácticas y/o a resolver problemas, lo que le ayudará a ampliar sus conocimientos y sus habilidades para manejar la información.

INTRODUCCION

La humanidad viene tomando conciencia del continuo y sistemático deterioro ambiental y de su efecto sobre nuestra calidad de vida. Una de las principales fuentes de contaminación se relaciona con la agricultura convencional o química, que arrasa con la flora natural para sustituirla con monocultivos; utiliza fertilizantes y pesticidas químicos, cambiando la biología natural y contaminando los suelos, el agua y los alimentos; destruye la capa de ozono, fomenta la explosión de plagas, enfermedades y arvenses (mal llamadas malezas); usa hormonas de crecimiento, sustancias para la maduración, preservantes y recientemente, semillas manipuladas genéticamente (semillas transgénicas). Estos procesos e insumos empobrecen los alimentos y afectan la salud humana y el medio ambiente.

Los efectos de este desarrollo en vez de producir una mayor suficiencia alimentaría, por el contrario han deteriorado y desmejorado la calidad de la vida rural, generando mayor dependencia de los productores, reduciendo sus capacidades y posibilidades de búsqueda de alternativas ante los problemas de la producción. Todo esto implica la pérdida de la autonomía para la toma de decisiones y organización de sus vidas.

Ante la crisis de los sistemas agrarios, que han convertido extensas áreas de bosque natural en ecosistemas simplificados de baja productividad, es necesario replantear las estrategias adoptadas en el pasado y presente y revisar los conceptos de sostenibilidad ecológica. Se requiere un cambio radical en el modelo de producción de los alimentos, fundamentado en los conocimientos ancestrales, con aprovechamiento de la diversidad biológica, ecosistémica y cultural de las regiones para lograr un desarrollo sostenible, a través de la aplicación de técnicas apropiadas y uso adecuado de los recursos locales.

La agricultura orgánica propone métodos de producción capaces de restaurar los mecanismos de estabilidad de las comunidades bióticas del agroecosistema, optimizar la tasa de intercambio y reciclaje de materia orgánica y nutrientes en el suelo, asegurar un eficiente flujo de energía, reducir costos de producción, incrementar la eficiencia y viabilidad económica de la finca y dar prioridad a la seguridad alimentaría.

La privilegiada situación geográfica de Colombia en la esquina noroccidental de Suramérica, sobre la faja intertropical del mundo, sumada a la presencia de la cadena montañosa de los Andes y a sus costas sobre los dos mares, convierten al país en uno de los más complejos y ricos en diversidad ecológica y biológica del planeta, con una extensión terrestre de 1.141.748 km^2 y cerca de 900.000 km^2 de zona económica exclusiva sobre el mar Caribe y el Océano Pacífico, además de ser poseedora del 10 % de la riqueza en flora y fauna del planeta. La variación de ecosistemas comprende una gran diversidad de hábitats que abarca desde

páramos andinos hasta selvas tropicales, humedales y desiertos. Estos aspectos nos indican que poseemos enormes oportunidades de desarrollar procesos productivos agropecuarios sostenibles, soportados en las ventajas comparativas que nos brinda el trópico frente a las demás zonas de la tierra. (19)

En cuanto a la salud, un alimento ecológico está libre de pesticidas, hormonas de crecimiento, conservantes, colorantes, edulcorantes, saborizantes, antibióticos, transgénicos, casi no tiene nitratos y no genera un envenenamiento en los productores y sus familias. Los alimentos son una de las principales causas de las enfermedades que circulan por nuestro cuerpo debido al efecto que generan alrededor de 500 toxinas que se consumimos normalmente en ellos. Los pesticidas reducen la fertilidad y el crecimiento infantil y aumentan la incidencia de cáncer y de enfermedades neurológicas.

Una comparación cualitativa entre los productos provenientes de la agricultura biológica y aquellos que proviene de la agricultura convencional, realizada durante 12 años consecutivos por el Instituto Oficial para la Investigación de la Calidad de Alemania, reflejó que un producto ecológico tiene un 23 % más de materia seca, un 18 % más de proteínas, un 28 % más de vitamina C, un 29 % más de azúcares totales, un 23 % más de aminoácidos, un 18 % más de calcio, un 10 % más de fósforo, un 77 % más de hierro, un 93 % menos de nitratos (los cuales en exceso son tóxicos y procancerígenos) y una 42 % menos de aminoácidos libres (culpables de transtornos digestivos). (37)

El presente módulo tiene tres unidades divididas en varios capítulos que desarrollan aspectos básicos y técnicos sobre las nuevas alternativas de producción agrícola. Contiene diversos temas relacionados con la producción limpia, mediante la implementación de la agroecología como estrategia para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica de los sistemas agrarios. A través de diversas opciones tecnológicas como el abonamiento orgánico, que comprende los abonos verdes, el compost, el lombrihumus, los caldos microbiológicos y purines se puede lograr un mejoramiento de la fertilidad del suelo con el aporte y aumento de vida microorgánica, aspecto principal para lograr la regulación de los ciclos biológicos y químicos en el suelo. Se establecen las bases y principios para lograr una agricultura sustentable, capaz de desarrollar y aplicar los criterios de equidad, productividad, sostenibilidad y estabilidad en los agroecosistemas.

La metodología propuesta para lograr los objetivos de este material se orientan al autoaprendizaje de cada unidad, a través de la lectura, la realización de las prácticas y la solución de autoevaluaciones. Se tiene al final una lista de referencias bibliográficas y direcciones electrónicas que podrán ser consultadas para complementar y ampliar los conceptos básicos desarrollados. Tiene como complemento una guía didáctica que contiene los elementos metodológicos de evaluación y seguimiento del proceso académico.

Esta construcción propone, en forma sistemática y cronológica, los conceptos básicos de la agricultura orgánica y podrá mejorarse y ampliarse con la colaboración de estudiantes y tutores, sus ideas y aportes serán bienvenidas.

UNIDAD 1

LA AGROECOLOGIA



OBJETIVOS

- ❖ Conocer la importancia de los recursos naturales en el planeta tierra.
- ❖ Reconocer los orígenes y desarrollo de la agricultura.
- ❖ Comprender el manejo y efectos adversos que ha ocasionado la revolución verde en el planeta tierra.
- ❖ Identificar los fundamentos de la agricultura orgánica.
- ❖ Conocer los diferentes movimientos alternativos de agricultura.
- ❖ Conocer las características de la producción sustentable.
- ❖ Identificar las bases y aplicaciones que cumple la agroecología en los nuevos modelos de producción agrícola.
- ❖ Conocer las funciones e importancia de los ecosistemas naturales.
- ❖ Comprender el funcionamiento y componentes de los agroecosistemas.
- ❖ Reconocer los procesos naturales de los ciclos biogeoquímicos.
- ❖ Comprender el manejo del suelo tropical a partir de sus componentes principales.

CAPITULO 1

LOS RECURSOS NATURALES



"El crecimiento económico y poblacional
y el agotamiento de los recursos naturales
pone en riesgo la existencia de la humanidad.
El alto consumo de energía y este
crecimiento generará una situación catastrófica".
Círculo de Roma

1.1. La humanidad y el medio ambiente

Estamos arruinando nuestro más importante patrimonio: la naturaleza, y al hacerlo se patentiza nuestra irresponsabilidad social en la doble condición de verdugos y víctimas: en el primer caso porque deterioramos el ambiente, en el otro porque no nos rebelamos ante la absurda destrucción del entorno en que vivimos. Nuestra fetichización del crecimiento económico, como la meta de la sociedad, y el ganar dinero como el gran objetivo de la existencia, nos ha llevado a esto. La situación

actual no es otra que el fruto de una civilización del despilfarro, de un desarrollo sin finalidad humana y de existencias personales sin sentido de la vida, desconocedora del manejo correcto de la naturaleza.

El universo, compuesto por estrellas, galaxias, sistemas planetarios y demás formaciones celestes, comenzó a formarse hace 20.000 millones de años, el planeta Tierra hace 5.600 millones de años y en él la vida aparece hace unos 4.000 millones de años. El hombre, la especie *Homo sapiens*, tal como lo conocemos hoy, tiene aproximadamente 80.000 años de existencia. En ese camino tuvieron lugar cientos de miles de procesos físicos, químicos y mutaciones biológicas de gran complejidad, apoyados en la selección natural, que hoy en día, gracias a la investigación científica, se están comprendiendo.

Hace aproximadamente 12.000 años ocurrió un proceso transformador, que evolucionó completamente el panorama del hombre en la tierra, era muy poco desarrollado tecnológicamente, se comportaba como un animal más, que se alimentaba recogiendo frutos, pescando con métodos simples, etc. Vivía en refugios sin abrigo y sufría las inclemencias del clima, era violentamente atacado por todo tipo de enfermedades y moría aún por las que hoy sabemos más inócuas. No tenía prácticamente ningún dominio de la naturaleza y más bien era una de tantas especies que trataba de supervivir. Descubrió que podía cultivar vegetales y almacenarlos para las épocas en que no se producían alimentos por los rigores del clima: así apareció la agricultura y se inició lo que sería el manejo y control del hábitat. También aprendió a mantener y cuidar rebaños de animales domesticados que podía dominar, mejor que estar cazándolos, lo que era más difícil e incierto: así apareció el pastoreo. Esta época, en la que el hombre cambió su manera de relacionarse con la naturaleza y que tuvo las características antes descritas, se denominó la "Revolución Neolítica". (18)

1.2. Los recursos naturales

Un conocido y antiguo principio económico establece que las necesidades del hombre siempre están en aumento, mientras que los recursos para satisfacerlas siempre son limitados. No hay en la naturaleza ilimitados materiales para fabricar indefinidamente todos los bienes que cada vez se demandan en forma creciente. Estos materiales son los recursos naturales, indispensables para garantizar y facilitar la sobrevivencia de los seres humanos, pues ellos permiten la alimentación, el abrigo, la construcción de viviendas, elaboración de herramientas y utensilios, etc.

El petróleo, el carbón fósil, el gas natural, el suelo, los minerales radioactivos, los minerales preciosos y comunes (hierro, cobre, oro, plata, níquel, aluminio. etc.) y los elementos no metálicos (fósforo, potasio, azufre, arcillas, arenas, sílice, asbestos, micas, calizas, etc.) son recursos naturales no renovables, que existen

en la tierra en cantidad limitada y cuya regeneración es imposible dentro del propio planeta y con los conocimientos tecnológicos actualmente disponibles. En cambio los recursos naturales renovables son aquellos que pueden generarse y regenerarse en un período relativamente corto de tiempo, naturalmente, mediante ciclos perfectamente establecidos o con la ayuda del hombre, entre ellos tenemos: el agua, la flora, la fauna, la atmósfera, el paisaje.

El problema fundamental con los recursos naturales es que el hombre siempre ha asumido una actitud minera, o sea que permanentemente ha estado sacándole a la tierra todas sus riquezas pero nunca le devuelve nada y esto ha venido creando el desequilibrio y deterioro de los ecosistemas, nuestro planeta se asemeja cada vez más a un huevo, pero con su interior casi vacío y con su cáscara resquebrajada, a punto de romperse completamente por la pérdida del equilibrio ecológico.

1.3. Destrucción de los recursos naturales

A través de la historia, el desarrollo y florecimiento de las grandes civilizaciones ha estado íntimamente ligado al desarrollo de la agricultura: es precisamente la agricultura la forma primigenia de cultura, la misma que permitió la transición desde la vida nómada de los cazadores y recolectores primitivos hacia las primeras formas de vida sedentaria, asiento original de la civilización humana.

El auge de la agricultura, base de dicho florecimiento, estuvo siempre ligado a la disponibilidad de los suelos productivos, usualmente ubicados en las planicies aluviales de los grandes ríos; de esta manera, cabe recordar como la civilización Egipcia tuvo su asiento en el valle del Río Nilo, la Babilonia entre el Tigris y el Eufrates, La Hindú en el Valle del Río Indus, la China en los valles de los ríos Yang-Tsé y Hwang-Ho. Con mucha frecuencia, el ocaso de estos pueblos estuvo precedido y/o acompañado por la degradación de los suelos, en los cuales basaban su poderío y prosperidad; ya desde los tiempos de la antigua Atenas, la erosión era considerada como una de las más grandes amenazas para la supervivencia de la civilización, pues va en contravía de los principios que sustentan a la biosfera.

El desarrollo de la producción agropecuaria se ha fundamentado en estrategias de monocultivos y de altos insumos, impulsadas por la revolución verde, la cual concibe la producción de biomasa como un proceso industrial en el que la naturaleza constituye el espacio físico y el hombre construye el ambiente productivo. Este desarrollo ha sustituido y destruido los mecanismos naturales reguladores, los cuales bajo la manipulación del hombre, permitían un proceso productivo de bajos insumos, bajos costos, menores riesgos de pérdida por agentes bióticos y abióticos y especialmente, una producción sostenida en el tiempo. La agricultura “moderna” considera el suelo como un medio inerte, capaz

de almacenar sin peligro considerables cantidades de productos químicos, y "explota" el suelo, las plantas y los animales con el fin de obtener un proyecto inmediato, sin preocuparse por las consecuencias a largo plazo sobre la fertilidad del suelo y la salud del hombre. La causa fundamental por la que el hombre actúa destruyendo los recursos naturales, es por la falta de conocimiento sobre la forma como funciona la naturaleza.

El desarrollo rural ha propiciado la colonización de tierras marginales para la producción de alimentos, convirtiéndose en un problema de bajos ingresos monetarios y de destrucción de importantes recursos para el futuro, al eliminarse ecosistemas y agroecosistemas, desconociéndose su contenido y posibilidades, su diseño y su constitución. El actual modelo rural plantea el desarrollo de la producción bajo sistemas altamente tecnificados, sin tener en cuenta las necesidades, aspiraciones y posibilidades de la población local, destruyendo su conocimiento y tecnología endógena. Dichas estrategias ponen en permanente conflicto a los ciclos biológicos y la capacidad productiva de los suelos, la diversidad orgánica e inorgánica del ecosistema y el equilibrio de los sistemas hidrológicos.

En los albores del siglo XXI, el uso racional del suelo (y de los recursos naturales en general) es un absoluto imperativo histórico: para el año 2010, la población humana alcanzará la impresionante cifra de 7.000 millones de habitantes. Es, pues, inaplazable la creación de una nueva ética social (y tecnológica), basada en una premisa fundamental: que no puede sobrepasarse la capacidad de carga de la Tierra. Durante el presente siglo la necesidad de abastecer de alimentos a una población que aumenta de manera explosiva, ha motivado cambios vertiginosos en la agricultura, tipificados por espectaculares incrementos en la productividad, nunca antes logrados, y por un creciente agotamiento y deterioro de los recursos, fundamentalmente agua-suelo.

Es catastrófico el impacto de las actividades humanas sobre el recurso suelo, el cual tarda en formarse desde miles hasta millones de años, por tanto debe mirarse el suelo como un recurso no renovable. No ocurre lo mismo con la materia orgánica del suelo, ella si renovable mediante adecuadas prácticas de manejo, compuesta de una enorme cantidad de microorganismos descomponedores que enriquecen al suelo con el aporte de nutrientes, enzimas y hormonas.

Otra manifestación de nuestra acción depredadora del recurso agua es la contaminación producida por una agricultura "borracha de química", que deja residuos de plaguicidas y fertilizantes de diversa composición o la contaminación producida por aguas negras y residuales, producto de la desidia y la falta de conciencia y planeación para un desarrollo sustentable. El agua cada vez tiene menos calidad para el consumo humano, su impotabilidad no sólo obedece a los contenidos de residuos y productos químicos, sino también a las altas poblaciones

de microorganismos, entre los que se incluyen los parásitos, los cuales afectan la salud de los seres humanos.

Ante esta perspectiva, es inaplazable incorporar plenamente la gerencia o el manejo holístico de los recursos naturales, dentro de los procesos decisorios que afectan el crecimiento y desarrollo de las economías.(3, 10, 25, 27)

Tabla 1. Biodiversidad conocida y estimada en el Planeta Tierra y en Colombia

FORMA DE VIDA	ESPECIES CONOCIDAS EN EL MUNDO	ESPECIES IDENTIFICADAS EN COLOMBIA
Insectos y otros artrópodos	874.161	
Plantas superiores	248.400	
Invertebrados	116.873	
Plantas inferiores	73.900	
Microorganismos	36.600	
Peces	19.056	
Aves	9.040	1.721 (*)
Reptiles y anfibios	8.962	383 (**)
Mamíferos	4.000	790
Mariposas (Pailionidae)		59
Primates		27
Angiospermas		245.000 (***)
Total	1.390.992	

Fuente: Edward Wolf, Worldwatch Institute, 1990.

(*) Primero en el mundo.
(**) Tercero en anfibios en el mundo.
(***) Segundo en el mundo.
Fuente: Colombia-Gestión Ambiental, 1993

CAPITULO 2

LA AGRICULTURA



“La agricultura
es el arte
de cultivar el sol.”
Proverbio chino

2.1. Historia de la agricultura

La agricultura es tan antigua como la historia de la humanidad. Aunque se acepta que las primeras comunidades humanas se alimentaban de frutos recolectados en las florestas nativas y de animales silvestres cazados, no tardaron mucho tiempo estos grupos para comenzar a hacer agricultura.

La domesticación de plantas y animales comenzó alrededor de los años 2000 a 3000 AC. La agricultura permitió que las comunidades pudieran ubicarse en un

solo territorio porque producían suficiente para cubrir las necesidades alimentarías del grupo. Así se hicieron los primeros asentamientos humanos. Poco a poco comenzaron también a domesticarse animales que tanto hombres como mujeres criaban cerca al sitio de vivienda, integrando así la producción agrícola con la producción pecuaria.

En la medida en que más se descubría a la naturaleza, los hombres y mujeres fueron incorporando un mayor número de plantas alimenticias y animales en la producción. Con el paso de muchos años las plantas domesticadas se iban cruzando unas con otras y nacían así nuevas variedades de una misma especie y es por ello que llegaron a existir tantos tipos diferentes de maíces, yucas, arroces y muchas otras especies que la humanidad utilizaba según sus necesidades. En una sola parcela de cultivo los agricultores llegaron a sembrar en mezcla todas estas variedades y no solo de una especie, ya que sembraban una inmensa variedad de plantas alimenticias.

Las parcelas agrícolas sembradas para el autoconsumo familiar y comunitario llegaron así a contar con una diversidad enorme que les aseguraba alimentos permanentes. Esa diversidad tiene desde entonces otras funciones como son la de impedir el avance de las plagas, enfermedades y arvenses (mal llamadas malezas) en los cultivos y mantener buenos niveles de fertilidad en los suelos. De otra parte los agricultores llegaron a conocer tanto el medio ambiente que los rodeaba que sabían con precisión en qué momento sembrar de acuerdo con el clima y a fenómenos astronómicos tales como las fases de la luna.

Las antiguas comunidades de agricultores lograron crear tecnologías sorprendentemente avanzadas para riegos y conservación de suelos como por ejemplo las chinampas en Méjico, los waru-waru en Perú, las terrazas en la sierra nevada de Santa Marta en Colombia, los sistemas de riego y drenaje en espina de pescado en el bajo Sinú en Colombia, etc.(1)

La colonización de las tierras y pueblos en América realizada por europeos originó una influencia fuerte de nuevas técnicas, a la vez que la introducción de plantas y animales para la producción, desplazándose muchos conocimientos propios de los indígenas americanos y/o mezclándose con aquellos nuevos conocimientos del viejo mundo. Esta mezcla de técnicas y conocimientos fue lo que dio origen a la agricultura campesina de la cual aún se conservan muchas técnicas productivas entre los pueblos americanos. (39)

2.2 La revolución verde

La terrible hambruna de Europa en los siglos XVIII y XIX, las hambrunas masivas que ocurrieron en la India en 1943 y en China en 1958 de más de 25 millones de personas, llevaron a los gobiernos de los países industrializados, en colaboración

con las transnacionales, a invertir en la investigación química y fitotécnica a fin de disminuir la baja producción de la agricultura. (27)

La agricultura de Revolución Verde aparece alrededor del año 1950, caracterizándose por la alta utilización de agroquímicos, maquinarias y semillas mejoradas en los laboratorios, lo que causó un fuerte desplazamiento de conocimientos y practicas tradicionales campesinas e indígenas a lo largo de toda la América. Esta forma de agricultura aparece como producto de la explotación de la energía fósil para fabricar abonos y agrotóxicos de manera sintética.

La agricultura de Revolución Verde o Moderna, no sólo desplazó conocimientos ancestrales sino que ha causado la perdida de muchas variedades de plantas y animales domesticados; como consecuencia de ello los agricultores fueron convirtiendo sus fincas diversificadas en empresas agrícolas especializadas en un solo cultivo determinado (algodón, caña, platano, café, lechería, cerdos, huevos, etc..) cuya producción iba hacia el mercado, perdiéndose en muchos casos la capacidad de producir al menos aquellos productos más comunes para la seguridad alimentaria familiar. La introducción de monocultivos en grandes extensiones, trajo consigo problemas adicionales como la aparición de una gran cantidad de plagas y enfermedades como consecuencia de la creciente inmunidad biológica a los plaguicidas, arvenses agresivas, erosión de suelos, contaminación de suelos y aguas, e incluso el envenenamiento de agricultores por el uso de los agrotóxicos. La salud se arriesga aún más a través de antibióticos en la carne, la enfermedad de las vacas locas y los organismos genéticamente modificados (GMO). (1)

En forma resumida la Revolución Verde se caracterizó por:

- Desarrollo de maquinaria agrícola
- Producción de semillas certificadas
- Comercialización de insecticida, herbicidas y fungicidas
- Introducción y comercialización de fertilizantes químicos
- Desarrollo del riego.

La Revolución Verde tuvo varias razones para avanzar y desarrollarse, entre las que se destacan:

- Gran demanda de alimentos
- Gran crecimiento poblacional en el planeta
- Grandes áreas agrícolas subutilizadas
- Necesidad de desarrollar Industrias de Guerra.

Algunos ejemplos de este último punto están en el privilegio que se da a la industria de explosivos, después de la Primera Guerra Mundial, de donde se derivaron los fertilizantes nitrogenados y los insecticidas clorados inicialmente usados como gases de guerra.



Luego aparecieron los herbicidas hormonales lanzados posteriormente contra Vietnam. Aunado a lo anterior empezó un proceso de deterioro ambiental con las siguientes consecuencias:

- Una octava parte de la población mundial no ha alcanzado el nivel alimenticio suficiente para lograr una vía productiva.
- Desaparecieron técnicas ancestrales de agricultura de subsistencia.
- Muerte de 200.000 personas por año debido al mal uso de los plaguicidas.
- Desertificación de 6.000.000 de has/año
- Las semillas de alta selección destruyeron la propia diversidad, al sustituir con su mayor rendimiento inicial a sus precursoras.
- Estados Unidos demuestra casos de cáncer con origen de consumo de alimentos tratados con agroquímicos.
- Contaminación y destrucción de la naturaleza (suelo, aire, agua, flora, fauna, microvida).

La aplicación de agricultura de revolución verde, obliga a los agricultores a buscar créditos para poder cubrir los gastos que esta nueva agricultura requería, con la esperanza de que al aumentar la producción y vender su producto podrían recuperar las inversiones, pagar los créditos y disfrutar de sus ganancias por la cosecha. La realidad ha demostrado que en muchos casos, no sólo muchos agricultores no recuperan lo que invierten, sino que no son capaces de saldar las deudas contraídas con los bancos llegando incluso en muchos casos a tener que entregar sus fincas o venderlas para cubrir sus obligaciones crediticias, También muchos agricultores migraron a las ciudades ante el fracaso de la agricultura y se han agravado problemas sociales como la pobreza, falta de alimento y salud, desempleo, hacinamiento urbano, etc.(25)



Figura 1. Arriba. En condiciones favorables, el uso de maquinaria y agroquímicos puede producir altos rendimientos e ingresos. Abajo. Agricultores marginales pueden enfrentar problemas severos si los fertilizantes químicos y los pesticidas, usualmente caros, no permiten los rendimientos esperados. (IFOAM, 2003)

Pudieran identificarse algunos aspectos positivos:

- Desarrollo del Control Biológico
- Avances a nivel de fitomejoramiento
- Invención de maquinaria agrícola aplicada
- Desarrollo tecnológico de los sistemas de riego

2.3. Regreso al conocimiento ancestral

Ante este panorama y para fortuna de todos, el ser humano crea continuamente salidas más armónicas con la vida y se ha visto obligado a retomar los conocimientos y tradiciones antiguas sobre el manejo del suelo y de las prácticas agrícolas sanas. Es así como se reconocen hoy más de 16 movimientos alternativos de agricultura que se detallan a continuación: (18)

Tabla 2. Movimientos alternativos en agricultura

TIPO DE AGRICULTURA	FUNDAMENTO	AUTORES IMPULSORES
Agricultura orgánica (1919)	La rotación de praderas, la utilización de compost y la preparación del suelo con subsolador cada 4 a 6 años es determinante para la sanidad del suelo y de ello depende la sanidad vegetal.	Albert Howard Tomkins Lady Balfour Fried Sykes J.I. Rodale, William Albrecht
Agricultura biodinámica (1924)	Las fuerzas biodinámicas del universo influyen directamente sobre el crecimiento vegetal. La aplicación de principios de la astrología permite localizar el momento específico de cada labopr en la agricultura. Asimismo, los principios homeopáticos permiten, a partir de extractos de plantas meducinales, obtener purines e hidrolatos de amplio uso sobre los cultivos.	Rudolf Steiner Maria Von Sievers Christian Samuel Hanemmann E. Pfeiffer
Agricultura Asociativa (!948)	La asociación de las especies vegetales y animales es el principio de la naturaleza que permite cerrar los ciclos de energía; por eso, la asociación de gramíneas y leguminosas es fundamental en el manejo de las praderas.	Campesinos e indígenas Joseph Cocannouer Vladimir Soloukhin P. Tomkins C. Bird
Energía Mental y producción Agrícola (1964)	La materia viviente es afectada por fuerzas magnética terrestres y celestes. La producción agrícola requiere materia orgánica, ceniza de leña y energía mental para dinamizar procesos, además de mucho amor, según lo expresan sus difusores.	Familia Caddy Gustav Theodor Fechner Andre Simoneton Edward Bach Maurice Messegue
Agricultura Radiónica Tecnológica (1966)	La electricidad y el magnetismo son fuerzas universales que permiten a las plantas crecer, desarrollarse y crear afinidades con los seres humanos y el entorno	Cleve Bakter Selim Lemstrom L.J. Audus UKACO
Agricultura Trofobiótica (1966)	El estímula natural de síntesis de proteínas en las plantas, corrigiendo carencias o aplicando oligoelementos, es fundamental papra obtener una planta	Francis Chaboussou

	equilibrada y vigorosa, que mejorará la salud de quienes la consuman.	
Agroecología (1970)	La producción agrícola debe estar en armonía con la naturaleza, para ello se debe partir de una óptica ecosistémica que permita generar sistemas sostenibles de producción agrícola que contribuyan a la tranasformación social.	Klagues Rachel Carson Miguel Altieri
Agricultura Microbiológica (1070)	El suelo es un organismo vivo, en donde subsisten microorganismo que conduelen a la fertilidad del suelo y a la sanidad de los cultivos. La agricultura debe manejar los microorganismos edáficos presentes en fermentados, caldos microbiológicos, abonos orgánicos y mantillos, entre otros.	Jhon Jairo Restrepo CIAT Miguel montilla Fundases
Agricultura Natural (1970)	La producción agrícola debe basarse en procesos naturales y utilizar insumos tales como materia orgánica, hierbas espontáneas o adventicias, abonos minerales naturales de rocas, sucesiones, rotaciones y competencia, sinergismo y alelopatía entre plantas.	Jean Marie Roger
Agricultura biológica y/o orgánica (1979)	Defiende la conservación y el respeto por la naturaleza para lo cual se debe mantener y fomentar la actividad biológica del suelo. Las plantas y los animales deben ser reconocidos como organismos vivos.	Claude Aubert Lemaire-Boucher Muller
Agricultura por Tecnologías Apropiadas (1973)	Aprovechamiento y desarrollo de los recursos locales, valores culturales y conocimientos del medio, creación de microempresas y huertas caseras que permitan un desarrollo agrícola y una construcción social.	Ernst Friedrich Schumacher
Agricultura Natural de no intervención (1975)	La producción agrícola debe dejar actuar a la naturaleza, a fin de restablecer el equilibrio natural perdido. El hombre no debe intervenir o debe realizar muy pocas acciones (como en el caso de las hortalizas, que sólo se deshierban al inicio de su crecimiento)	Masanobu Fukoaka
Permacultura (1978)	Busca minimizar el esfuerzo humano y maximizar el aprovechamiento de la energía solar en los procesos agrícolas,	Bill Mollison David Holmgrem Comunidad Tagari

	para reducir los trabajos a la mitad o a la cuarta parte.	
Agricultura de Biodiversidad (1979)	Agricultura de corte y quema o corte y pudre en medios muy húmedos, descanso del campo o barbecho; formas arbóreas en el uso de la tierra y huertos frutales multiestrato diversificados.	Culturas ancestrales tropicales
Agricultura Regenerativa (Década de los 80)	Proyecto sostenible de vida y reconstrucción social que potencializa los sistema de producción, la biota, la biodiversidad y la capacidad creativa del agricultor. Labranza mínima del suelo.	Sucesores deJ.I.Rodale
Agricultura Mesiánica (1983)	Se fundamenta en valores como la verdad, la bondad y la belleza. Su ideal es la construcción de un paraíso terrenal para lo cual se parte de un ejercicio energético espiritual, JOHREI. Se busca la salud mediante el consumo de alimentos producidos sin alterar la naturaleza.	Iglesia Mesiánica Mokini Okada Terou Higa
Agricultura Tridimensional (1994)	Busca utilizar la tierra en el tiempo y en el espacio, en particular con sistemas agroforestales.	Academia de Ciencias Sociales de Chengtu

Fuente: Mejía Gutierrez Mario (1997), K. Klonsky et al (1998) y S. Taormina (1994).

2.4. La agricultura orgánica

Es el tipo de agricultura que se basa en abonos orgánicos o insumos naturales, o sea mineral u otros pesticidas de origen de vegetal, renuncia al uso de fertilizantes y pesticidas de origen sintético o químico. Se aplica a los sistemas agrícolas que siguen los principios y las lógicas de un organismo viviente en el cual todos los elementos (el terreno, las plantas, los animales, los insectos, el agricultor etc.) están estrechamente vinculados unos con otros.

La agricultura orgánica quiere seguir las leyes de la naturaleza, quiere decir esto que las granjas orgánicas deben ser casi copias de los sistemas naturales en lo posible para lograr una productividad alta. (25)

2.4.1. Principios y objetivos de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una forma integral u holística de agricultura; además de la producción de bienes de calidad alta, tiene como metas importantes la conservación de los recursos naturales, un suelo fértil, agua limpia y una rica

biodiversidad. El arte de la agricultura orgánica es hacer el mejor uso de los principios y procesos ecológicos.

Los principios de un ecosistema natural que pueden servir para diseñar un sistema orgánico de agricultura son los siguientes:

2.4.1.1. Ciclo de nutrientes en los bosques

Los árboles y otras plantas obtienen nutrientes del suelo y las incorporan en su biomasa (las hojas, ramas etc.). Los nutrientes regresan al suelo cuando las hojas caen o las plantas mueren, parte de la biomasa es ingerida por diversos animales (incluyendo a los insectos) y sus excrementos devuelven los nutrientes al suelo. Un gran número de organismos del suelo está involucrado en la descomposición del material orgánico que hace disponible los nutrientes a las plantas y raíces de nuevo. El denso sistema radicular del bosque colecta los nutrientes liberados casi completamente.

2.4.1.2. Reciclaje de nutrientes en granjas orgánicas

El manejo orgánico de los nutrientes se basa en material biodegradable, o sea, plantas y residuos animales que pueden ser descompuestos. Los ciclos de nutrientes son cerrados con la ayuda de compost, mulching (residuos orgánicos sobre la superficie), abonos verdes, rotación de cultivos, etc. Los animales de la finca pueden jugar un papel importante en el ciclo de los nutrientes, su estiércol es de alto valor y su uso permite reciclar nutrientes provistos con el pasto; si son cuidadosamente manejados, las pérdidas de nutrientes debido a la lixiviación, la erosión del terreno y la volatilización pueden reducirse al mínimo, esto reduce la dependencia de los insumos externos y permite ahorrar gastos. Los nutrientes sin embargo, que son sacados de la granja a través de los productos vendidos, necesitan ser reemplazados de algún modo.

2.4.1.3. Fertilidad del suelo en los bosques

El suelo y su fertilidad conjuntamente constituyen el centro del ecosistema natural. Una cubierta más o menos permanente del suelo impide la erosión del suelo y ayuda a aumentar la fertilidad del suelo. El suministro continuo de material orgánico alimenta un número enorme de organismos del suelo y provee un ambiente ideal para ellos, como resultado el suelo se pone suave y capaz de absorber y almacenar grandes cantidades de agua.

2.4.1.4. Protección del suelo en granjas orgánicas

Los agricultores orgánicos dan una importancia central al mantenimiento y la mejora de la fertilidad del suelo, estimulan la actividad de los organismos del suelo con abonos orgánicos y evitan dañarlos con pesticidas químicos. Mulching

(residuos orgánicos sobre la superficie) y cultivos de cobertura son usados entre otros métodos para impedir la erosión del suelo.

2.4.1.5. La diversidad en los bosques

Los bosques tienen una gran diversidad de variedades de plantas con diferentes sistemas de raíces y requerimientos. Los animales son también parte del sistema, si un organismo abandona el sistema, éste es inmediatamente repuesto por otro que llena el vacío. Así el uso del espacio, la luz, el agua y los nutrientes son optimizados, el resultado es un sistema muy estable.

2.4.1.6. Diversidad de cultivos en granjas orgánicas

Las granjas orgánicas cultivan varios cultivos a la vez, incluyendo árboles, ya sea como cultivos intercalados o en rotación; los animales son una parte integral del sistema de la finca. La diversidad no sólo permite el uso óptimo de los recursos sino que también sirve como una seguridad económica en el caso de plagas o el ataque de enfermedades o los precios bajos del mercado para ciertos cultivos.

2.4.1.7. El equilibrio ecológico en los bosques

Las plagas y las enfermedades ocurren en ecosistemas naturales, pero raramente causan un daño grande. Debido a la diversidad es difícil para ellos propagarse, las plantas usualmente pueden recuperarse de una infestación por sí mismas y muchas plagas son controladas por otros organismos como insectos o aves.

2.4.1.8. El control biológico en granjas orgánicas

Los agricultores orgánicos tratan de conservar las plagas y enfermedades en un nivel que no causen daño económico. Su enfoque principal está dirigido a fortalecer la salud y la resistencia del cultivo, los insectos beneficios son promovidos ofreciéndoles hábitat y alimento. Si las plagas alcanzan niveles críticos, entonces son usados los enemigos naturales y las preparaciones a base de hierbas. (25)

2.5. El desarrollo de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica no es un concepto nuevo, ya antes de que el uso de los productos agroquímicos se convirtiese en popular, algunos agricultores innovadores e investigadores trabajaron en mejorar las tecnologías tradicionales basadas en una comprensión más profunda de los conceptos agroecológicos. En estos últimos años, la agricultura orgánica experimentó un crecimiento tremendo en muchos países, sin embargo, todavía constituye sólo una proporción muy pequeña del sector agrícola total. En los países del sur, la agricultura orgánica

certificada es principalmente impulsada por la exportación y los mercados domésticos son todavía más bien pequeños, el desarrollo de mercados locales para productos orgánicos es de importancia crucial para la consolidación del sector orgánico de un país.

2.5.1. Historia de la agricultura orgánica

Es difícil decir cuándo apareció por primera vez la agricultura orgánica, los conceptos de una agricultura alternativa "orgánica" fueron desarrollados antes de la invención de los productos agroquímicos sintéticos. Algunos pioneros innovadores trataron de mejorar los sistemas tradicionales de agricultura con métodos característicos de la agricultura orgánica, enfocaban la atención en la fertilidad del suelo basada en el humus y apuntaban a un balance ecológico dentro de la granja.

Cuando el uso de los productos agroquímicos combinados con la introducción de variedades de altos rendimientos y la mecanización intensa (la agricultura de la “Revolución Verde") se extendieron, algunas pocas personas se opusieron a este nuevo desarrollo e iniciaron prácticas de la agricultura orgánica como compostear, rotaciones mejoradas de cultivos, abonos verdes.

A medida que los impactos negativos de la Revolución Verde en la salud y el ambiente se evidenciaron en los años 70’s y 80’s, la conciencia sobre los temas "orgánicos" lentamente aumentó entre agricultores y consumidores, se desarrollaron sistemas agrícolas relacionados como la "Permacultura" o “la agricultura de bajo uso de insumos externos” (LEIA).

Sólo en los 90's la agricultura orgánica experimentó un fuerte crecimiento, un número de desastres ambientales y los escándalos en la producción de alimentos impulsaron una conciencia creciente en los consumidores y una política progresivamente comprensiva en algunos países. Al mismo tiempo, una gama de tecnologías orgánicas innovadoras (especialmente en el manejo biológico de plagas) y sistemas más eficientes de distribución, fueron desarrollados.

A pesar de eso, la agricultura orgánica constituye sólo una porción pequeña de la agricultura del mundo, constituye un porcentaje bajo del sector agrícola de muchos países. El apoyo gubernamental para la investigación, la extensión o mercadeo en la agricultura orgánica es todavía muy bajo en la mayoría de países, no obstante, la agricultura orgánica presenta ahora tasas promisorias de crecimiento en el mundo entero. (25)

2.5.2. Pioneros de la agricultura orgánica

Hay una larga lista de personas que contribuyeron e influenciaron el desarrollo de la agricultura orgánica con sus trabajos prácticos, investigaciones y escritos. Aquí están dos ejemplos:

Sir Albert Howard (1873 – 1947)

A veces referido como el fundador del movimiento orgánico de agricultura. A principios del siglo 19 tuvo una gran influencia en la comprensión de la fertilidad del suelo y su relación con la salud de las plantas. Siguiendo un enfoque agroecológico, él se dio cuenta de la importancia crucial del manejo del humus en la agricultura, trabajó durante 25 años como investigador agrícola en India, donde desarrolló el Indore, afamado proceso de hacer abono vegetal, proceso que pone el arte tradicional de compostaje sobre una base científica firme. Consideró a los pequeños agricultores y también a las plagas y arvenses como sus "Profesores de Agricultura", vio en ellas indicadores de una fertilidad del suelo perturbada y de cultivos no aptos creciendo en condiciones inadecuadas, encontró que cuando las condiciones inadecuadas se corrigieron las plagas y enfermedades desaparecieron. Sus libros más famosos son "."An Agricultural Testament" and "Farming and Gardening for Health or Disease”.

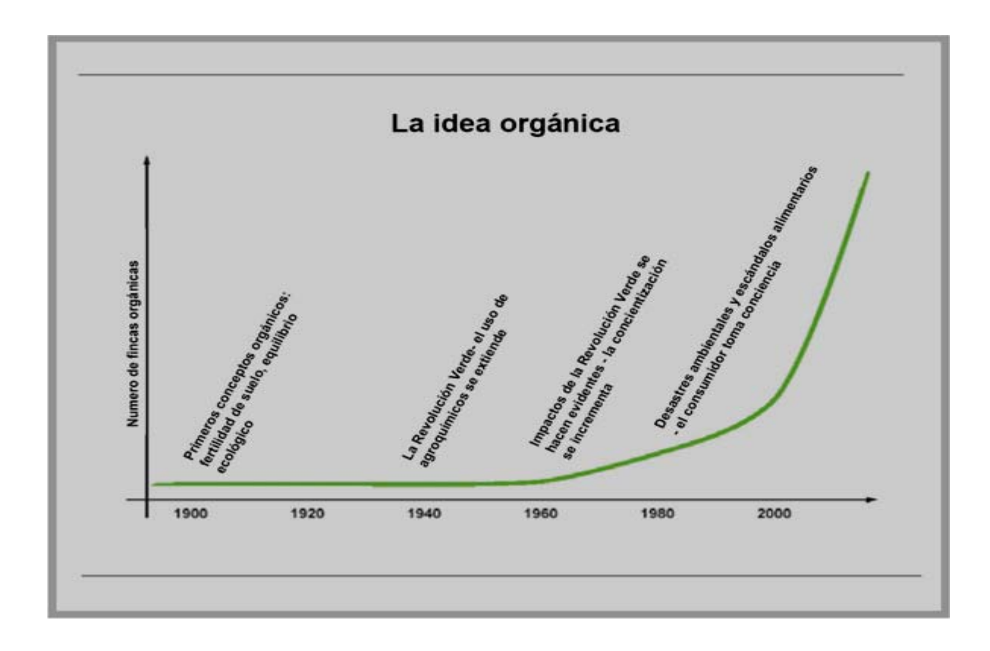


Figura 2. Gráfica con curva de aumento de la agricultura orgánica en el mundo (las granjas vs los años), con fases importantes marcadas con palabras claves. (IFOAM, 2003).

Masanobu Fukuoka (1914)

Este agricultor japonés practica lo que él llama “no arar, no fertilizar, no deshierbar, no pesticidas, como el método de “no-hacer nada” en la agricultura natural ". Para él la idea que las personas puedan cultivar cultivos es egocéntrica, ya que es la naturaleza la que cultiva los cultivos. Con su método de no hacer nada, él pudo cultivar cereales con rendimientos comparables a los de cultivos intensivos; estos métodos ayudan no solamente a sostener las poblaciones naturales, sino que son también económicamente superiores al método moderno.

Fukuoka cultiva dos cultivos en el año, el arroz en el verano, cebada y centeno en el invierno, usando justamente la paja del cultivo precedente, una cubierta de trébol blanco y una aspersión de estiércol de aves de corral como fertilizante. En lugar de plantar semillas y trasplantar plántulas, él riega comprimidos de barro conteniendo semillas en terreno sin arar. A las arvenses se les permite germinar, controladas por el sistema natural de chequeo y control, incluyendo depredadores naturales, los cuáles también se hacen cargo de controlar las plagas y enfermedades. En los últimos quince anos Fukuoka centró su atención en la re-vegetación de los desiertos con resultados positivos. Sus libros más famosos son” "The Natural Way of Farming" y " The One-Straw Revolution ". (25)

2.5.3. La agricultura orgánica a nivel mundial

La agricultura orgánica es actualmente practicada en más de 120 países, se estiman mundialmente unos 17 millones de hectáreas manejadas orgánicamente. Sin embargo, una parte grande de esta área consiste de pastos extensivos bajo el control de unos pocos agricultores. La proporción de tierra bajo manejo orgánico es más alto en algunos países europeos, dónde llega hasta un 20 % de la tierra agrícola total. El éxito de agricultura orgánica en estos países es principalmente debido a la creciente conciencia del consumidor en los temas de salud y medio ambiente, a la integración de la Agricultura Orgánica al mercadeo masivo (por ejemplo en los supermercados) y a políticas nacionales progresivamente favorables.

En la mayoría de los países del sur (los mal llamados subdesarrollados) los datos oficiales referente a las tierras bajo manejo orgánico certificado es escasa y se puede asumir que la agricultura orgánica representa una actividad minoritaria, sin embargo, hay algunas áreas tradicionalmente cultivadas donde pocos o ningún producto agroquímico se utiliza. Algunas de estas podrían ser catalogadas como áreas que cumplen totalmente con los requisitos de la certificación orgánica.

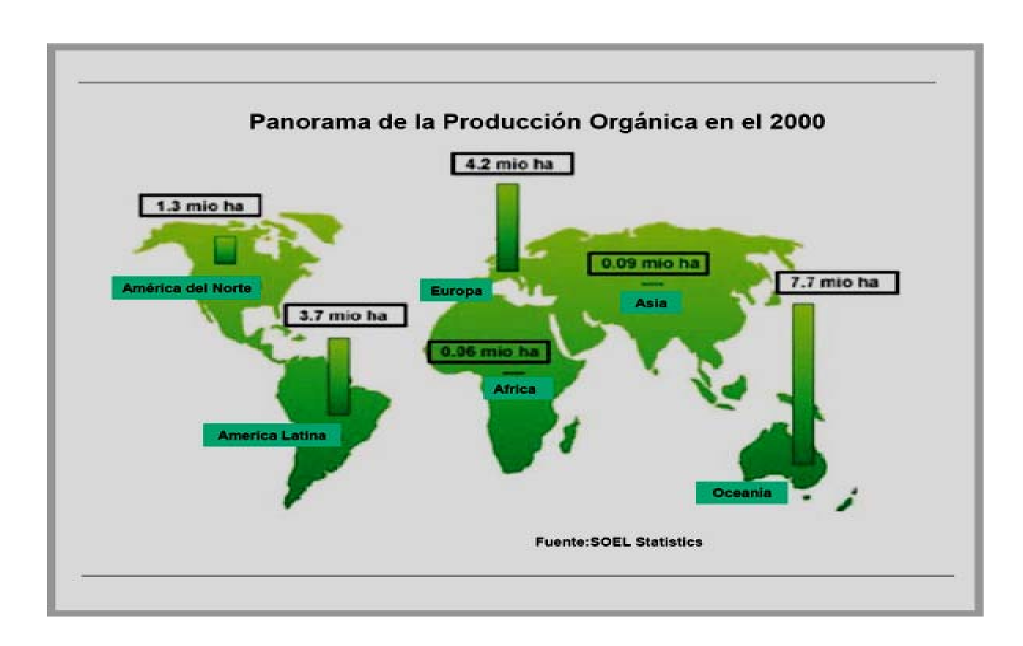


Figura 3. Hectáreas bajo manejo orgánico certificado en los diferentes continentes. (IFOAM, 2003).

2.5.4. El mercado global para los productos orgánicos

El mercado orgánico crece rápidamente, según las estimaciones hechas por el Internacional Trade Centre UNCTAD/WTO (ITC), el mercado minorista mundial para comida y bebida orgánica alcanzaba unos 21 billones de US$ en 2001. ITC estima que las tasas del crecimiento de las ventas anuales fluctuaran en el mediano plazo entre un 5-20 % dependiendo del mercado, las ventas de alimentos orgánicos en los mercados minoristas podrían saltar entre 1-10 % en los principales mercados durante los siguiente años.

Aunque los mercados de exportación son difíciles de acceder, existen buenas oportunidades de mercado para países en vías de desarrollo en productos orgánicos exportados que no son producidos en Europa o América del Norte, como son: café, té, cacao, condimentos, frutas tropicales, ciertas verduras y ciertos cítricos.

Los mercados mundiales más grandes para productos orgánicos están en los EEUU, Europa y Japón; en algunos países en vías de desarrollo los mercados locales, aunque están desarrollándose, son todavía muy pequeños. (25)

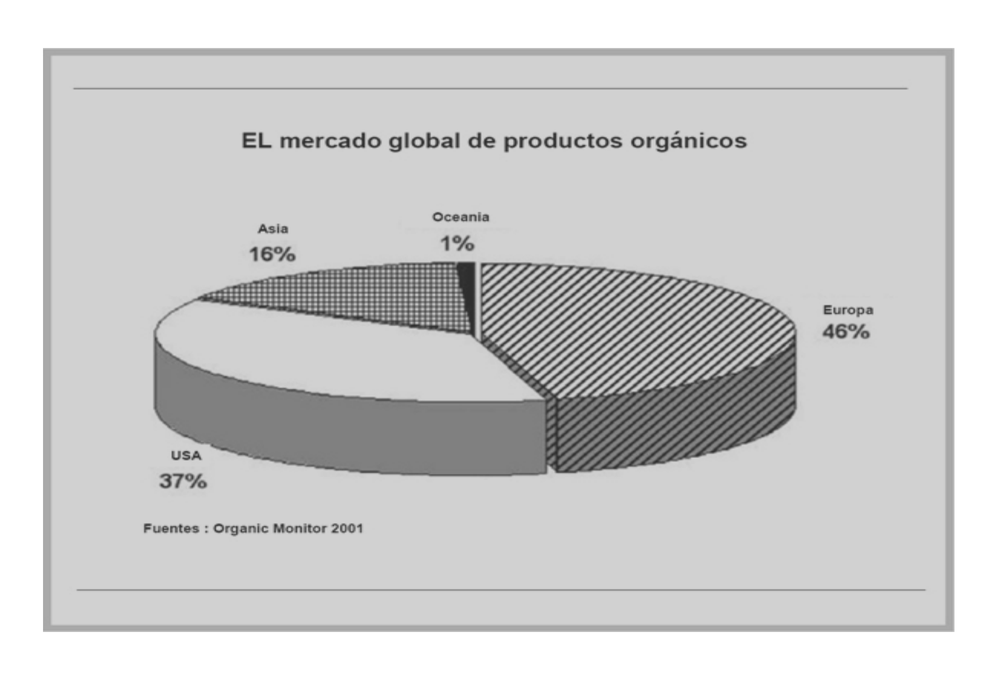


Figura 4. La proporción que cada continente representa del mercado orgánico global. Los datos incluyen importaciones y producciones domésticas. (IFOAM, 2003).

Tabla 3. Características para un modo de producción sustentable

CARACTERÍSTICAS	MODO SUSTENTABLE DE PRODUCCIÓN
Energía utilizada	Energías eficientes y disponibles a bajo costo como la solar, eólica, tracción animal,, materia orgánica, etc.
Tamaño de las fincas	Adecuadas a las necesidades del necesidades del núcleo familiar
Uso de insumos	El mínimo necesario privilegiando el uso de recursos locales y reduciendo al máximo la dependencia del mercado de insumos.
Uso de la fuerza de trabajo (mano de obra)	Familiar y/o comunitaria
Diversidad de la producción	Alta diversidad para reducir riesgos, integrando unas cantidades equilibradas de componentes agrícolas, pecuarios y forestales.
Cantidad de producción y mercadeo	Alta producción que cubra las necesidades de autoconsumo familiar y atiende una demanda del mercado local y nacional.
Costos de producción y ganancias	Bajos costos de producción. Ganancias que permiten cubrir necesidades materiales y

	mantener un buen nivel de vida familiar y comunitario.
Desechos producidos	Alta cantidad de desechos que pueden ser reciclados en la misma finca y que no genera contaminación
Tecnología utilizada	Basada en insumos biológicos, prácticas preventivas, obras de conservación de suelos, diseño de cultivos, herramientas y maquinaria que aumenten la productividad de la mano de obra familiar.
Organización comunitaria	Comunidades organizadas sonde sus miembros participan activamente con igualdad de derechos en la toma de decisiones de la localidad
Conocimientos empleados en la producción	Organizado y escrito, ampliamente divulgado que se produce permanentemente como resultado de las investigaciones que involucran a los agricultores.
Forma de entender la naturaleza	La naturaleza como un planeta vivo donde los seres humanos coevolucionan junto al resto de las especies vivientes. Visión ética de la naturaleza.

Fuente: Alvaro Acevedo, 2000

CAPITULO 3

PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGIA



"Hay que aprender a armonizarse,
equilibrarse y organizarse de acuerdo
con los principios y las leyes de la naturaleza".
Steiner

3.1. Introducción

El término agroecología ha llegado a significar muchas cosas, a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no solo en la producción sino también en la sostenibilidad económica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso normativo o prescriptivo del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola. En un sentido más restringido, la agroecología se

refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/arvense, ciclo de nutrientes, competencia, comensalismo y cambios sucesionales. (18, 35).

3.2. Historia de la agroecología

El uso del término "agroecología" data de los años setenta desde la óptica de la ciencia, pero en la práctica incluso podría decirse que desde los orígenes de la agricultura se hace uso de él. Según muchas investigaciones sobre la agricultura indígena, los cultivos eran acomodados según las variables del ambiente natural; para protegerlos de la predación y la competencia se utilizaban recursos naturales propios. Estos sistemas de producción fueron desarrollados en pequeñas parcelas, con mínimos gastos económicos y ambientales, con la idea de mantener la agricultura a través del tiempo.

Las actividades agrícolas se desarrollaron a partir de un estudio unilateral del suelo, animales, plantas y métodos de cultivos, además de la elaboración de implementos y productos sintéticos que facilitaran las labores de los cultivos y la producción de alimentos; este tipo de desarrollo agrícola se intensificó con la adopción de cultivos comerciales, la presencia de problemas fitosanitarios cada vez menos manejables y la demanda cada vez más grande de alimentos para una población humana creciente.

Las ciencias del agro se desarrollaron desde el siglo XVIII en los países industrializados y posteriormente en el trópico, corno única fuente de conocimientos científicos, alejada completamente del mundo natural, lo que produjo que la naturaleza se considerara corno una máquina, con graves consecuencias para los ecosistemas de todo el mundo. (35).

3.3. Contribuciones del movimiento ambiental a la agroecología

El movimiento ambiental de los años sesenta-setenta hizo una gran contribución intelectual a la agroecología. Debido a que los asuntos del ambientalismo coincidían con la agroecología, ellos infundieron al discurso agroecológico una actitud crítica de la agronomía orientada hacia la producción, e hicieron crecer la sensibilidad hacia un gran número de asuntos relacionados con los recursos.

La versión de los años sesenta del movimiento ambiental se originó como consecuencia de una preocupación por los problemas de contaminación. La perspectiva maltusiana ganó una fuerza especial a mediados de la década del sesenta por medio de obras tales como *La bomba poblacional,* de Paul Ehrlich (19-66) y *La tragedia de los comunes,* de Garrett Hardin (1968). Estos autores presentaron como principal causa de la degradación ambiental y del agotamiento de recursos, el crecimiento de la población. *Este* punto de vista fue técnicamente

ampliado por la publicación de *Los límites del crecimiento* del Club de Roma, el cual utilizó simulaciones computarizadas de las tendencias globales de la población, del uso de recursos y la contaminación. (35)

Los asuntos ambientales en su relación con la agricultura fueron claramente señalados por Rachel Carson en su libro *Primavera Silenciosa* (1964), el que planteaba interrogantes sobre los impactos secundarios de las sustancias tóxicas, especialmente de los insecticidas, en el ambiente. Parte de la respuesta a estos problemas fue el desarrollo de enfoques de manejo de plagas para la protección de los cultivos, basados enteramente en teoría y práctica en los principios ecológicos.

El impacto tóxico de los productos agroquímicos era sólo uno de los interrogantes ambientales; era necesario también evaluar los costos energéticos de sistemas de producción específicos. El estudio clásico de Pimentel (1979) demostró que en la agricultura de los Estados Unidos cada kilocaloría derivado del maíz se obtenía a un enorme costo de energía externa. Los sistemas de producción norteamericanos fueron por lo tanto comparados con otros tipos diferentes de agricultura, los que eran de menor producción por área de unidad (en términos de kilocalorías porcada hectárea) pero mucho más eficientes en términos de rendimiento por unidad de energía invertida. El alto rendimiento de la agricultura moderna se obtiene a costa de numerosos gastos, los que incluyen insumos no renovables tales como el combustible de fósiles (derivados del petróleo). (3)

Los problemas de la toxicidad y de los recursos energéticos coincidieron con los problemas de la transferencia tecnológica en contextos del tercer mundo. Cada vez un mayor número de investigadores de diferentes áreas comenzaron a realizar comentarios sobre la pobre adecuación entre los enfoques que se dan al uso de la tierra en los países del Norte y en los del tercer mundo evaluando el por qué los sistemas agrícolas tropicales podrían comportarse de una forma diferente a los de las zonas templadas. (35)

3.4. Bases de la agroecología

La agroecología integra estrategias ecológicas, económicas y sociales para hacer programas locales de desarrollo rural como se muestra en el esquema siguiente.

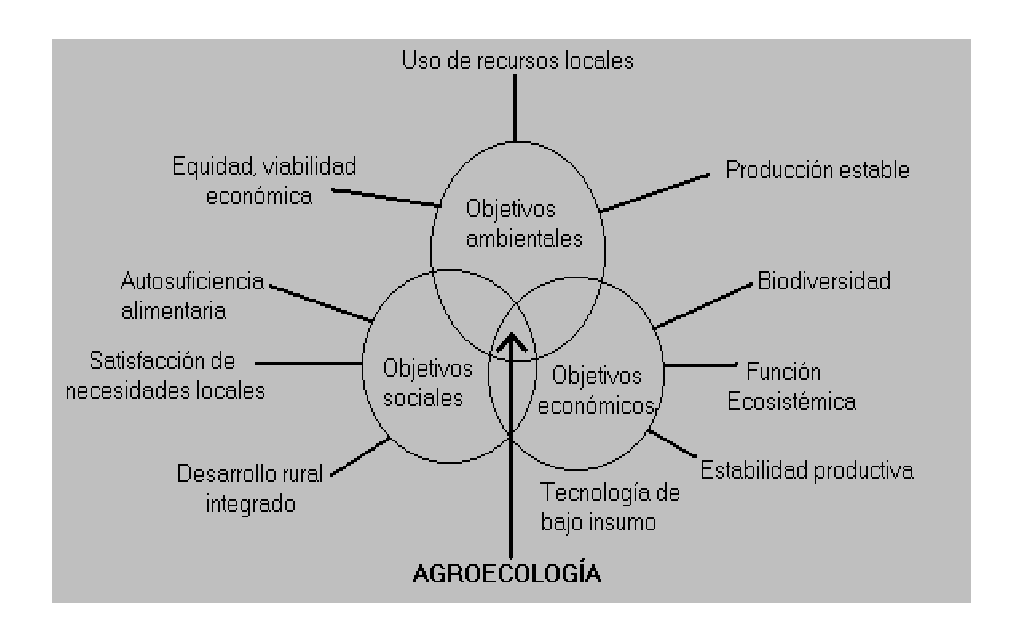


Figura 5. El rol de la agroecología en la satisfacción de los objetivos múltiples de la agricultura sustentable. (Altieri, 1997)

3.5. Aplicaciones de la agroecología

La agroecología como estrategia tiene una forma particular de aplicarse en cada finca y cada comunidad rural, pero en general cumple con los siguientes criterios: (1)

Tabla 4. Criterios de la agroecología

CAMPO ECOLÓGICO Y AGRÍCOLA	CAMPO SOCIAL	CAMPO ECONÓMICO
Diversificación productiva en la finca: introducir una gran cantidad de plantas y animales que son cultivados en asociaciones o rotaciones y que aprovechan	.Valoración del conocimiento local.	.Producción de insumos en la propia finca para reducir costos de producción.
Reciclaje de nutrientes y materia orgánica: para mantener la fertilidad de los suelos es necesario producir altas cantidades de materia orgánica y aplicarlo al suelo para que liberen nutrientes y mantengan la vida de los	.Respeto a las tradiciones y cultura local.	.Diversificación de productos para el mercadeo permanente.

microorganismos		
Cuidado del suelo: protegiéndolo contra la compactación y erosión y manteniéndolo lo más sano y fértil posible.	.Buscar la seguridad alimentaria familiar con alimentos sanos.	.Transformar materias primas en productos procesados.
.Reducción de pérdidas de producción que puedan originar plagas, enfermedades y hierbas espontáneas: mediante la aplicación de medidas preventivas.	.Reconocimiento y apoyo a las formas locales de organización rural.	.Comercialización directa a los consumidores.
.Integración de la producción agrícola y pecuaria: para aprovechar las ventajas que se originan en la interrelación de estos componentes (cerrar ciclos con la utilización de productos y subproductos).	.Uso de metodologías de participación que integren a los agricultores a su propio desarrollo a nivel de finca y comunidad.	.Aumentar la producción para un abastecimiento en el mercado que mejore sustancialmente los niveles de ingresos al campesino.
	.Promover investigaciones con agricultores.	

Fuente: Alvaro Acevedo, 2000.

3.6. Teoría de sistemas

El desarrollo de la conceptualización sobre la Agroecología se asocia estrechamente al de la teoría general de los sistemas. En esta asociación de conceptos se encuentran algunas de las bases más importantes para la definición de la sustentabilidad en la agricultura. Sistemas simples solamente existen en nuestra imaginación, en las teorías. En la realidad externa, en la práctica y en el campo, solo existen sistemas complejos. (1)

3.6.1. Definición

Sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, una entidad o un todo. (1)

3.6.2. Componentes

Los componentes de un sistema son los elementos básicos (la materia prima) del sistema, La interacción entre los componentes, es lo que proporciona las características de estructura a la unidad. El proceso de recibir entradas y producir salidas es lo que da función a un sistema.

Si la unidad formada por los componentes funciona sin tener interacciones con otros componentes del ambiente que rodea a la unidad, el sistema se define como cerrado. Los sistemas cerrados no existe, en el mundo real los sistemas son abiertos, es decir, tienen interacción con el ambiente. (1)

3.7. Ecosistema natural

3.7.1. Definición

La ecología es la ciencia que estudia la relación de los seres vivos con su medio ambiente, incluyendo la parte biótica y abiótica, con el cual intercambian materiales y energía. El ecosistema, desde el punto de vista de la ecología es considerada la unidad funcional básica de estudio. (35)

Los ecosistemas naturales que apreciamos hoy en día son el resultado de la evolución conjunta durante millones de años de una enorme diversidad de especies. En este proceso muchas especies no siempre se perpetúan y son eliminadas posiblemente por falta de capacidad para adaptarse a las condiciones del clima, por ser muy susceptibles a las plagas y enfermedades, porque no pueden asegurarse los suficientes alimentos o energía o porque simplemente no compiten eficientemente con otras especies. Los ecosistemas están en un constante cambio y los procesos de selección natural continúan.

3.7.2. Componentes

Los componentes básicos de los ecosistemas son:

1. Elementos abióticos (energía luminosa y sustancias nutritivas minerales).
2. Productores orgánicos autótrofos: especialmente las plantas.
3. Consumidores: animales.
4. Desintegradores y transformadores: microorganismos que degradan la materia orgánica y la hacen asimilable nuevamente por las plantas. Los tres últimos componentes determinan la estructura trófica o alimentaria del ecosistema.

3.7.3. Funcionamiento de los ecosistemas naturales

El funcionamiento de un ecosistema se refiere a los procesos que ocurren al interior de su estructura: el movimiento de la materia y la energía y las relaciones de interacción entre los organismos y materiales que lo conforman. Dos procesos son fundamentales en un ecosistema: el flujo de la energía y el ciclo de los nutrientes.

3.7.3.1. Los flujos de energía

Entre las funciones de los ecosistemas se destacan los flujos de la energía, en forma unidireccional o irreversible entre sus componentes vivos y a partir de la energía solar que entra al mismo. Para comprender mejor los flujos de la energía es necesario tener en cuenta las siguientes leyes fundamentales:

1. La energía no se crea ni se destruye.
2. La transferencia de energía de un punto a otro se realiza con cierta pérdida. No existe una eficiencia del 100% en las transformaciones de energía.
3. Como no hay creación de energía, no puede haber más energía en el eslabón posterior que en el anterior.

En efecto, la mayor parte de la energía solar que fluye a un ecosistema se dispersa en forma de calor; sólo cerca de un 10% de la energía de que dispone un nivel trófico es transferida al nivel próximo. Importantes procesos funcionales de los ecosistemas referidos al aprovechamiento de la energía solar son la producción bruta (PB) equivalente a la fotosíntesis total en el caso de los vegetales y al anabolismo de los animales. (1)

3.7.3.2. Los ciclos de nutrientes

Además de la energía, los organismos requieren disponer de nutrientes para mantener sus funciones vitales. Los nutrientes comprenden una variedad de elementos y compuestos esenciales para la construcción de células y tejidos y moléculas orgánicas complejas que se requieren para el funcionamiento del cuerpo celular.

El ciclo de nutrientes en un ecosistema está estrechamente unido al flujo de energía: la biomasa transferida entre niveles tróficos contiene tanto energía como nutrientes. La energía, sin embargo, fluye sólo en una dirección en el ecosistema (del sol a los productores, a los consumidores y al ambiente); los nutrientes, al contrario, pasan sucesivamente de la parte viva a la no viva y viceversa, denotándose la estrecha relación entre ambos procesos. (39)

3.8. El agroecosistema

Los ecosistemas naturales que observamos actualmente son el resultado de la evolución conjunta durante millones de años de una enorme diversidad de especies; ellos están en cambio permanente y los procesos de selección natural son continuos. Un ecosistema es más estable cuanto menor sea su artificialización.(3)

Cuando los seres humanos actúan sobre los ecosistemas naturales alterándolos completamente y volviéndolos artificiales en función de la producción de diferentes cultivos es cuando los llamamos "agroecosistemas". Este concepto es manejado tanto por la agricultura convencional como por la agroecología; la diferencia radica en que la primera busca como resultado una mayor producción neta con el uso de fuentes de energía externa (maquinaria, fertilizantes, pesticidas, etc.), mientras la segunda desarrolla modelos de producción y aprovechamiento sostenido fomentando los ciclos vitales de la naturaleza.

3.8.1. Definición

Los sistemas agrícolas constituyen un subconjunto de los sistemas ecológicos, ya que tienen por lo menos un componente biológico; la característica esencial que los diferencia de los restantes ecosistemas es que ellos son altamente intervenidos por la acción humana.

El agroecosistema es un sistema ecológico que cuenta con una o más poblaciones de utilidad agrícola y el ambiente con el cual interactúa, a través de la mediación humana. Sus componentes principales son los subsistemas de cultivos, animales, suelo, clima, microorganismos, vegetación y flora espontánea, así como las personas que determinan su estructura y funcionamiento. (27)

El arte de una agricultura bien lograda, como lo demuestra la historia a través de los siglos, ha sido mantener el ecosistema en un estado intenso de producción, sin agotarlo. Las siguientes son las principales características de los agroecosistemas referidas a su estructura y funcionamiento:

1. Dependen de insumos de energía externos y mucha energía se pierde en la cosecha.
2. Los nutrientes se pierden por erosión, escorrentía y en la cosecha.
3. Poseen poca diversidad, las cadenas tróficas son simples o lineales.
4. Baja diversidad estructural y funcional y, por lo tanto, son desequilibrados.
5. Los controles sobre su funcionamiento son externos y no internos.(1)

En la agricultura convencional los agricultores simplifican la estructura de los ecosistemas en extensas áreas, sustituyendo la diversidad natural por un reducido

número de variedades de plantas y razas de animales de granja, tratando de uniformizar también las condiciones ambientales. Este proceso reviste su forma extrema en el monocultivo y el resultado final es un ecosistema artificial que requiere de altos insumos y una alta intervención humana (Altieri 1997).

Tabla 5. Recursos de un agroecosistema

Humano	Conformado por las personas que habitan y trabajan en una parcela y explotan sus recursos para la producción agrícola basándose en sus incentivos tradicionales o económicos.
Natural	Son los elementos que provienen de la tierra, el agua, el clima y de la vegetación natural y que son explotados por personas para la producción agrícola.|
Capital	Son los bienes y servicios creados, comprados o prestados por las personas relacionadas con la parcela para facilitar la explotación de los recursos naturales para la producción agrícola.
Producción	Comprenden la producción agrícola de la parcela y también la pecuaria. se transforman en recursos de capital si se venden y los residuos (rastrojo, estiércol) los cuales se convierten en insumos nutrientes al ser reinvertidos en el sistema.

Fuente: Altieri, 1997.

3.8.2. Procesos ecológicos en el agroecosistema

Para producir, un agricultor debe manipular los recursos físicos y biológicos de su parcela. De acuerdo con el grado de manejo tecnológico que se les dé, estas actividades influyen en los siguientes procesos:

3.8.2.1. Procesos energéticos

La energía entra en un agroecosistema como luz solar y sufre numerosas transformaciones físicas. La energía biológica se transfiere a las plantas mediante la fotosíntesis (producción primaria) y de un organismo a otro mediante la cadena trófica (consumo). En los agroecosistemas la luz solar sigue siendo la principal fuente de energía para la producción vegetal; sin embargo, también son importantes el trabajo humano y animal y los insumos de energía mecanizados. En la medida en que crece la intensificación en el uso de subsidios energéticos hidrocarburados disminuye su eficiencia; es decir, la relación producto/insumo es

menor en sistemas de altos insumos químicos respecto a los sistemas más tradicionales (ecológicos).

3.8.2.2. Procesos biogeoquímicos

Los principales insumos de un agroecosistema son: los nutrientes liberados del suelo, el nitrógeno fijado por las leguminosas, la fijación de nitrógeno no simbiótico, los nutrientes contenidos en la lluvia y el agua, los elementos nutritivos obtenidos de la incorporación de estiércol y de los fertilizantes. Los productos obtenidos involucran a los nutrientes consumidos por el ganado y los cultivos; mientras los productos perdidos son los nutrientes lixiviados (lavados) en el suelo, las pérdidas de nitrógeno por procesos de denitrificación (nitrógeno no disponible) y volatilización (evaporados), las pérdidas de nitrógeno y azufre cuando se queman los rastrojos o el bosque, los nutrientes que se pierden en la erosión del suelo; además existe un almacenamiento bioquímico que incluye el fertilizante almacenado y el abono acumulado en la zona radicular del suelo, el cultivo establecido, la vegetación silvestre y el ganado.(3)

Los agroecosistemas modernos se caracterizan por grandes adiciones y pérdidas de nutrientes minerales, mientras que los agroecosistemas más tradicionales y/o sustentables se preocupan por reciclar los nutrientes controlando las pérdidas.

3.8.2.3. Procesos hidrológicos

El agua es parte importante de los sistemas agrícolas. Además de su papel fisiológico, el agua influye en la entrada y salida de los nutrientes por medio de la lixiviación y la erosión. El agua ingresa en el agroecosistema en forma de precipitaciones, aguas que fluyen constantemente y por el riego; se pierde a través de la evaporación, la transpiración, el escurrimiento y el drenaje.

El agua se almacena en el suelo, en donde es utilizada directamente por los cultivos y la vegetación en forma de agua subterránea, que puede ser extraída para uso humano, del ganado, de los cultivos. Puede ubicarse en almacenamientos construidos tales como estanques o reservorios.

La conservación del agua en el suelo es afectada por sus propias condiciones, las de la vegetación y por las prácticas agrícolas. El drenaje y la labranza agrícola, por ejemplo, aceleran las pérdidas por percolación profunda; la remoción de los cultivos aumenta la cantidad de lluvia que llega al suelo y reduce la evapotranspiración.

Uno de los controles principales de la acumulación de humedad en el suelo es ejercido por la cobertura de suelos. Al dejar el follaje cortado de las arvenses

como cubierta o mulch, se reducen las pérdidas de agua provenientes de la evapotranspiración y aumentan los contenidos de humedad del suelo.(36)

3.8.2.4. Procesos sucesionales

La sucesión, proceso por el cual los organismos ocupan un sitio y modifican gradualmente las condiciones ambientales de manera que otras especies puedan reemplazar a los habitantes originales, se modifica radicalmente con la agricultura moderna. Los campos agrícolas generalmente presentan etapas sucesivas secundarias, en las que una comunidad existente es perturbada por la deforestación y el arado y en la que el agricultor de dedica a mantener un cultivo con insumos externos.

En la agricultura convencional se reduce la biodiversidad por la introducción de los monocultivos y sus paquetes de tecnologías. Al sembrar policultivos se presenta un estímulo contrario.

3.8.2.5. Procesos de regulación biótica

El control de la sucesión (invasión de plantas y su competencia) y la protección contra los insectos plaga y enfermedades, son los principales problemas a vencer para mantener la continuidad de la producción en los agroecosistemas. En general, los agricultores han utilizado diversos métodos, los cuales son: ninguna acción, acción preventiva (semilla sana, variedades resistentes, fechas de siembra, etc.) o las acciones de control (plaguicidas químicos, técnicas culturales, control biológico). Las estrategias ecológicas para el manejo de plagas emplean una combinación de estos tres métodos, que apuntan a hacer del campo un lugar menos favorable para ellas pero más atractivo para los enemigos naturales. (36)

3.8.3. Clasificación de los agroecosistemas

Cada zona tiene una serie de agroecosistemas que son la resultante de variantes locales como el clima, suelo, estructura social, relaciones económicas y la historia. Se conocen cinco criterios que permiten los tipos de agroecosistemas en una región:

- La asociación de cultivos y ganadería.
- Los métodos y técnicas de cultivo y crianza.
- La intensidad de empleo de trabajo, capital, organización y la producción final.
- La disponibilidad de productos para consumo (usados en la parcela para la subsistencia) o para ser vendidos o cambiados por otros bienes.
- El conjunto de estructuras empleadas para facilitar las labores en la parcela.

Tomando como referencia estos criterios es posible determinar seis tipos dé sistemas agrícolas en una región (norman, 1979): (35)

- sistemas de roce, tumba y quema.
- sistemas de cultivos semipermanentes.
- sistemas de labranza y riego.
- sistemas de cultivos perennes.
- sistemas de pastoreo.
- sistemas de rotación de cultivos (cultivos anuales con pastos).

Estos sistemas están transformándose continuamente, obligados por los cambios poblacionales, los recursos disponibles, la degradación del medio ambiente, crecimiento o estancamiento económico, los cambios políticos, etc. (35)

3.9. Ciclos biogeoquímicos

El término biogeoquímico se deriva de la existencia de un movimiento cíclico natural mediante cambios químicos, a través del ambiente geológico de los elementos que conforman a los biorganismos. Los elementos circulan por medio del aire, la tierra, el mar y entre los seres vivos siguiendo rutas complejas.

Los seres vivos están formados por elementos químicos, fundamentalmente por oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno que, en conjunto, suponen más del 95% de peso de los seres vivos. Todos los materiales naturales necesarios para garantizar la continuidad de la vida se encuentran dentro de la misma biosfera: carbono, fósforo, oxígeno, nitrógeno, azufre, etc., y deben reciclarse a través de los ecosistemas con la participación activa de los organismos, cuyo nicho o función ecológica es precisamente servir de recicladores o reductores de los materiales orgánicos que se deben mineralizar. Este proceso es necesario porque los organismos productores o fotosintéticos no asimilan las formas orgánicas, sino que requieren los materiales como sales minerales: sulfatos, fosfatos, nitratos, etc.

Los reductores del tipo de los hongos y bacterias presentan un sistema típico de nutrición por absorción, ya que toman los elementos solubles de la materia orgánica y dejan en el ambiente el material ya mineralizado.

Existen los ciclos biogeoquímicos de nutrientes gaseosos como el nitrógeno, el carbono y el oxígeno, y se les llama globales ya que al presentarse una fase gaseosa establecen un intercambio dinámico entre el ecosistema y la atmósfera. Otro ciclo es el de los nutrientes sedimentarios como el fósforo al cual se llama local, pues sólo involucra la estructura interna del ecosistema. La identificación de los ciclos biogeoquímicos es otra forma de estudiar los fenómenos propios de los ecosistemas.

A nivel agrícola los ciclos biogeoquímicos más importantes son los siguientes.

3.9.1. Ciclo del nitrógeno

La disponibilidad biológica del nitrógeno, fósforo y potasio es fundamental porque estos elementos constituyen los principales nutrientes de los vegetales, de ellos el nitrógeno es el que más fácilmente recircula, por acción microbiana en el ecosistema. El nitrógeno es además, el principal constituyente de las proteínas, por lo que resulta básico para cualquier ser vivo.

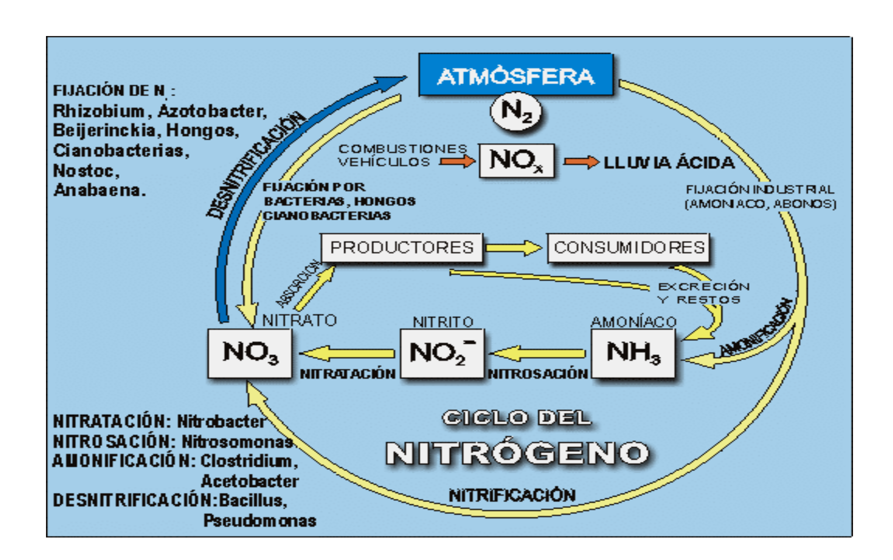


Figura 6. Ciclo del nitrógeno (http://www.lenntech.com/espanol/ciclo-nitrogeno.htm)

El N es absorbido del suelo por las raíces de las plantas en forma de nitrato; en el metabolismo de las plantas pasa a formar parte de proteínas y ácidos nucleicos (químicamente hablando ha sufrido una reducción); los animales tienen el N en forma de proteínas y ácidos nucleicos, pero lo eliminan en forma de amoniaco, urea o ácido úrico en la orina. El ciclo lo cierran bacterias del suelo que oxidan el amoniaco a nitratos. Por otros procesos el N puede ser tomado del aire por algunas bacterias que lo acaban dejando en forma de nitratos o también puede ser convertido a N_2 gas por otras bacterias que lo devuelven a la atmósfera.

El nitrógeno se puede encontrar formando varias combinaciones químicas, además de como constituyente de moléculas orgánicas. Las que aquí nos interesan son: el amoniaco (NH3), el amonio (NH4, forma iónica de carácter básico), el nitrito (NO2) y el nitrato(NO3, forma iónica de carácter ácido).

3.9.2. Ciclo del carbono

El carbono es un componente esencial de todos los seres vivos. Existe en su mayor parte como bióxido de carbono en la atmósfera, los océanos y los combustibles fósiles (carbón, petróleo y otros hidrocarburos). El bióxido de carbono en la atmósfera es absorbido por las plantas y convertido en azúcar y tejidos a través del proceso de fotosíntesis. Los animales ingieren las plantas, metabolizando el carbono y convirtiéndolo en tejidos y energía. Liberan el carbono a través de las heces fecales; cuando mueren, son desintegrados por otros organismos, los cuales a su vez liberan el carbono a la atmósfera y al suelo, iniciándose nuevamente el proceso.

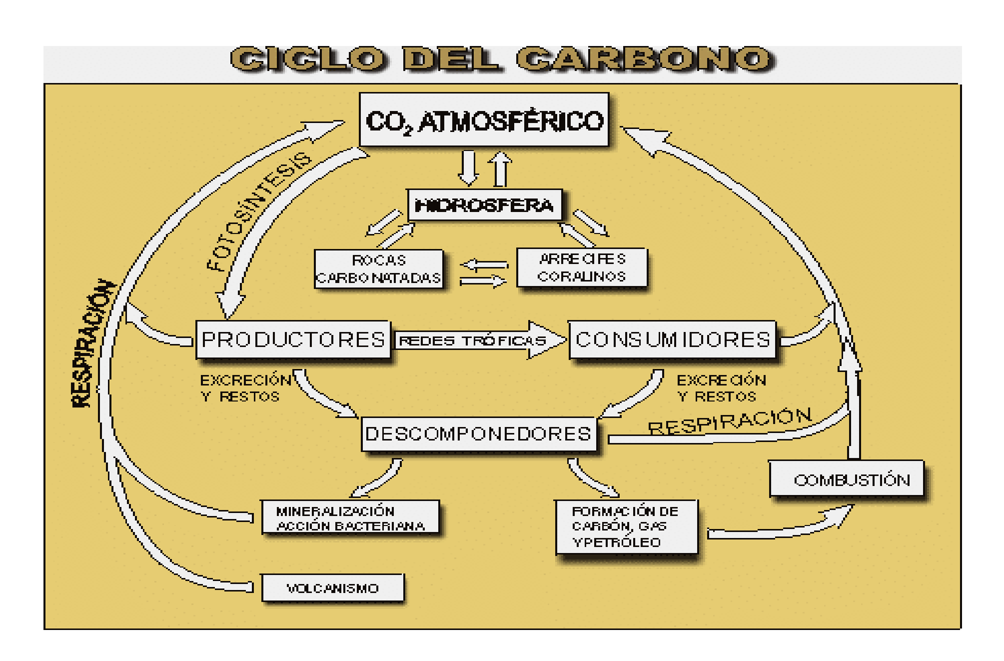


Figura 7. Ciclo del carbono (http://www.lenntech.com/espanol/ciclo-carbono.htm)

Aunque parte del carbono desaparece de forma temporal del ciclo en forma de carbón, petróleo, combustibles fósiles, gas y depósitos calizos, la respiración y la fotosíntesis mantienen prácticamente estable la cantidad de carbono atmosférico. La industrialización aporta dióxido de carbono adicional al medio ambiente.

El ciclo del carbono en la naturaleza consta de las siguientes etapas: fotosíntesis, combustión, respiración de todos los tipos y acción de los organismos autotróficos. Estas actividades generan CO2. Este ciclo se considera global pues parte de él se realiza en la atmósfera. Algunas de las bacterias que participan en este procesos de degradación de la celulosa son: *Bacillus, Clostridium, Pseudomonas*. Entre los

hongos se cuenta a: *Alternaria, Aspergillus, Penicillium, Rhizopus*. Entre los actinomicetos: *Nocardia, Streptomices*.(43)

3.9.3. Ciclo del fósforo

El fósforo se encuentra en la naturaleza principalmente en forma de rocas fosfáticas y apatito. A partir de estas rocas, y debido a procesos de meteorización, el fósforo se transforma en ion fosfato y queda disponible para que pueda ser absorbido por los vegetales. A partir de las plantas, el fósforo pasa a los animales, volviendo de nuevo al medio tras la muerte de éstos y de los vegetales, así como por la eliminación continua de fosfatos en los excrementos. Un caso especial lo constituyen los excrementos de las aves, que en zonas donde son particularmente abundantes forman auténticos “yacimientos” de fósforo, conocidos como guano.

Figura 8. Ciclo del fósforo (http://www.lenntech.com/espanol/ciclo-fosforo.htm)

El fósforo proveniente de las rocas puede ser también arrastrado por las aguas, llegando a los océanos. Parte de este fósforo puede sedimentar en el fondo del mar formando grandes acúmulos que, en muchos casos, constituyen reservas que resultan inaccesibles, ya que tardarán millones de años en volver a emerger y liberar estas sales de fósforo, generalmente gracias a movimientos orogénicos. Pero no todo el fósforo que es arrastrado hasta el mar queda inmovilizado, ya que parte es absorbido por el fitoplancton, pasando a través de la cadena alimentaria hasta los peces, que posteriormente son ingeridos por los seres humanos o constituyen la fuente de alimento de numerosas aves.

Los principales pasos del ciclo del fósforo son su mineralización, el almacenamiento, el recambio en el reservorio del humus y su fijación química en el suelo, puede presentarse en suelos de origen volcánico que poseen una arcilla amorfa llamada alofano, la cual casi retiene irreversiblemente el fósforo a menos que exista la acción de hongos micorrícicos que favorecen la solubilidad del nutriente. Algunas de las bacterias que participan en este proceso son *Clostridium butiricum y Escherichia coli.* A este ciclo se le llama local porque no tiene demostrada la presencia de formas gaseosas intermedias. (43)

3.9.4. Ciclo del azufre

El azufre del planeta se encuentra en forma de minerales, tanto de sulfato (sobre todo yeso y sulfato cálcico) como de sulfuro (especialmente pirita y sulfuro de hierro); sin embargo, el principal reservorio de azufre de la biosfera lo constituye el mar (en forma de sulfato inorgánico). El sulfato puede ser metabolizado por las plantas superiores y por microorganismos, en lo que se denomina reducción asimiladora de los sulfatos. Bacterias, levaduras, hongos y algas son capaces de utilizar los sulfatos como fuente de azufre, y producir sulfuro de hidrógeno (H_2S). Las bacterias reductoras de sulfato realizan esta transformación en un medio anaerobio. En los lugares donde ocurre este proceso aparecen sedimentos y fangos de color negro, debido al sulfuro de hidrógeno, que les confiere ese color. Las plantas superiores absorben sulfatos por las raíces, incorporándolos directamente en los compuestos orgánicos o manteniéndolo en forma libre como ión, interviniendo en la regulación osmótica
celular.

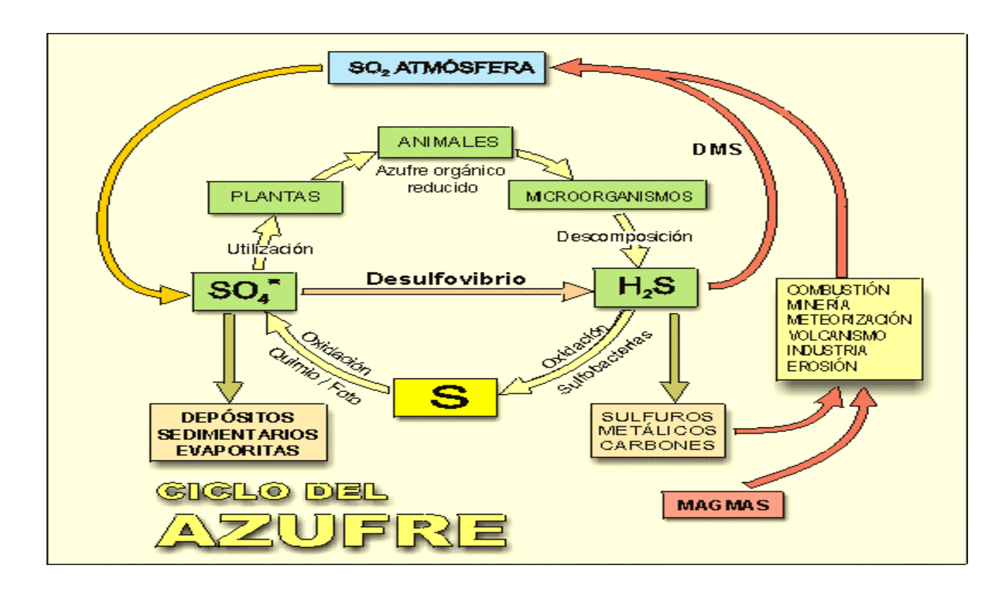


Figura 9. Ciclo del azufre (http://www.lenntech.com/español/ciclo-azufre.htm)

Las plantas también pueden oxidar y reducir los sulfatos para incorporar el azufre a otros compuestos orgánicos (aminoácidos como la cisteína o la metionina). Así mismo, las plantas superiores absorben por las hojas el SO_2 atmosférico que proviene de las emisiones, de origen antrópico, de óxidos de azufre procedentes de procesos de combustión y, en menor medida, de procesos naturales a través de la emisión de diversos gases sulfurados por volcanes, géiseres y fumarolas. Por otra parte, la reducción no asimiladora del sulfato es un proceso de transformación de éste a iones sulfuro, cuya finalidad es el suministro de energía a las células; es llevada a cabo por ciertas bacterias anaerobias, por ejemplo del género *Desulfovibrio*.

Los compuestos orgánicos generados (algunos esenciales para los animales como la metionina) pasan a los animales a través de la cadena alimentaria, ya que no pueden ser sintetizados por ellos mismos. Continuando el ciclo, los procesos de descomposición de animales y plantas por parte de los microorganismos generan sulfuro de hidrógeno. Éste puede ser oxidado por bacterias oxidadoras de sulfuro, catalizando su oxidación a azufre elemental, inorgánico, tanto en medios aerobios como anaerobios. Pero también el sulfuro puede ser transformado por la acción microbiana en dimetilsulfuro, que se difunde a la atmósfera.

Por último, la oxidación de azufre elemental también puede ser realizada por bacterias oxidadoras del azufre, sobre todo del género *Thiobacillus*, originando iones sulfato e hidrógeno, cerrando así el ciclo.

CAPITULO 4

EL SUELO



"Cuando usted está enfermo es porque su alimento está enfermo, su alimento está enfermo por que las plantas están enfermas, sus plantas están enfermas porque su suelo está enfermo por lo tanto: sobre un suelo enfermo viven hombres enfermos".
Pensamiento hindú

4.1. La Teoría Gaia

La hipótesis Gaia (que explica al planeta tierra como un ser vivo, en el cual cada forma de vida genera y mantiene condiciones ambientales específicas favorables para su existencia), propuesta por el científico inglés James Lobéelo y hoy convertida en Teoría Gaia, ha sentado las bases para un sinnúmero de investigaciones en el campo de la biología, tendientes a dar explicaciones mucho más profundas acerca del por qué el planeta tierra evoluciona como un ser viviente (Gaia) y no como un planeta con vida sobre su superficie.

El estudio del suelo como un ecosistema ha permitido entender mucho más sobre su dinámica y sus complejas e interminables relaciones de coevolución entre

todos sus habitantes; poco a poco se ha pasado de considerar al suelo como un sustrato inorgánico que "contiene N P K, almacena agua, aire y materia orgánica y permite que las plantas se sostengan, a ser considerado como un ORGANISMO VIVO, de cuya dinámica natural depende su fertilidad y el desarrollo, nutrición, producción y reproducción de todas las demás especies: microorganismos, plantas, animales y la humanidad. (1)

4.2. Componentes del suelo

El principio que sustenta la agricultura orgánica considera al suelo como un organismo vivo, que siendo dinámico, nace, madura y muere; esta misma situación la tienen los organismos o comunidades bióticas. Como tal, no puede ser reducido a un simple soporte de plantas, así como tampoco podemos utilizar una fórmula universal para cultivarlo y fertilizarlo. Este ha sido el caso al aplicar, en los suelos tropicales, las técnicas agrícolas utilizadas en los suelos de las regiones templadas.

Dentro de los principios ecológicos que permiten explicar los ciclos de la materia y las condiciones físicas para la presencia de la vida, vemos que el aire (atmósfera), el agua (hidrósfera) y el suelo (edafósfera) son los medios que sostienen la vida. El Suelo es el producto del intemperismo físico de la corteza terrestre (por ejemplo minerales de roca y arcilla) y las actividades de los seres vivos, especialmente vegetación y microorganismos tales como las bacterias, los hongos, las plantas y los pequeños animales.

El suelo está formado por distintas capas, que ha menudo difieren de color. Estas capas se conocen como los horizontes del suelo, y la secuencia de horizontes desde la superficie hacia abajo es el perfil del suelo.

El horizonte superior u horizonte A (capa superior del suelo) está compuesto por los cuerpos de plantas y animales reducidos a finas partículas de materia orgánica, mezcladas con arcilla, arena, limo y demás materia mineral. La fertilidad natural de todos los suelos depende, no sólo de sus minerales, sino también del Humus (un complejo estabilizado de materia orgánica descompuesta).

La materia orgánica y el humus protegen contra la erosión, retienen el agua y además poseen la más alta capacidad de almacenar nutrientes (CIC) de forma disponible para las plantas. Sus virtudes son prácticamente universales, pues mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, sirven para estabilizar definitivamente las correcciones tanto de los suelos ácidos como salinos, mejorar las condiciones tanto de sequía como de encharcamiento. Los ácidos húmicos disminuyen la tensión superficial del agua del suelo, facilitando los mecanismos de su absorción por las raíces.

El segundo horizonte u horizonte B está formado por suelo mineral, en el que la materia orgánica es mineralizada (descompuesta a materia inorgánica) y mezclada de manera uniforme con materia “madre” dividida en partículas muy finas. Las sustancias solubles en el horizonte B a menudo se forman en el horizonte A y son llevadas hacia abajo por el flujo del agua.

El tercer horizonte u horizonte C es la materia madre más o menos modificada. La materia madre es la materia geológica original que se desintegra en el lugar o materia que ha sido transportada ahí por la gravedad, el viento, los glaciares, el agua (depósito aluvial) o la acción volcánica. (39)

4.2.1. Partículas minerales

El suelo consta de partículas minerales, materia orgánica y poros, las partículas minerales se originan en el subsuelo y las rocas que se desintegran en partes cada vez más pequeñas a través de procesos físicos y químicos.
Las partículas minerales del suelo se dividen en cuatro grupos según su tamaño:

- La grava y las piedras: Las partículas mayores de 2 milímetros.
- La arena: Las partículas de 0.05 a 2 milímetros; pueden sentirse entre los dedos.
- El limo: Las partículas de 0.002 a 0.05 milímetros.
- La arcilla: Las partículas más pequeñas que 0.002 milímetros.

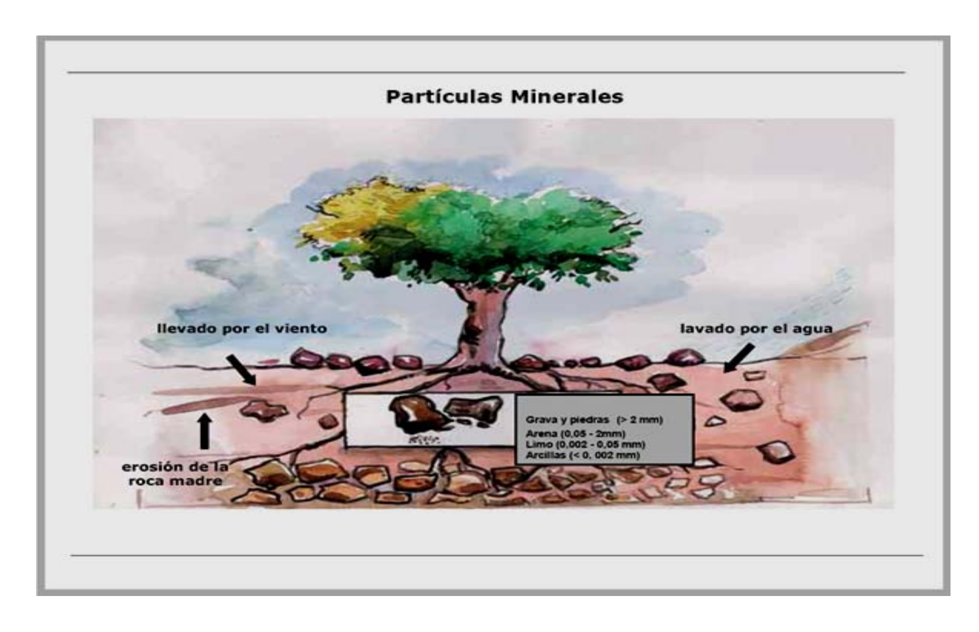


Figura 10. El proceso de formación de partículas minerales y su clasificación por tamaño. (IFOAM, 2003).

La diferencia entre arena, limo y arcilla no es visible a simple vista, sin embargo es importante distinguir entre ellos, ya que las propiedades del suelo dependen mucho de la composición de las partículas de diferentes tamaños. Los suelos con proporciones equilibradas de arcilla, limo y arena son ideales para el uso agrícola, tal suelo es llamado franco.

Las partículas minerales contienen nutrientes que son lentamente liberados en el proceso de meteorización. Las raíces y algunos microorganismos pueden disolver activamente los nutrientes de las partículas minerales y los pueden usar para su crecimiento, las plantas necesitan minerales para construir la materia orgánica y los procesos fisiológicos.

4.2.2. La estructura del suelo

Además de las partículas minerales y materia orgánica, los suelos también constan de poros menudos (hoyos diminutos) llenos de aire y agua. La distribución espacial de partículas y poros se resume como la "estructura del suelo", los poros pequeños son buenos para conservar la humedad, los más grandes permiten una infiltración rápida de agua de lluvia o de irrigación y además ayudan a drenar el suelo y a asegurar su aeración.



Figura 11. Esquema de estructura del suelo mostrando sus componentes principales: las partículas minerales, la materia orgánica, el agua y el aire. Izquierda: un ejemplo de una buena estructura del suelo. Derecha: de uno pobre. (IFOAM, 2003).

En suelos bien estructurados, la materia orgánica y las partículas minerales forman agregados estables. La materia orgánica opera como un adhesivo, pegando partículas de suelo, este proceso es apoyado por los organismos del suelo como las lombrices de tierra, bacterias y hongos, así la estructura del suelo puede ser mejorada agregando al suelo materia orgánica pero también puede arruinarse mediante un manejo inadecuado del suelo, por ejemplo al labrar la tierra húmeda se provoca su compactación.

4.2.3. La materia orgánica del suelo

Además de partículas minerales, el suelo contiene materia orgánica o humus, en menor o mayor cantidad, resultado de la descomposición de la biomasa. A pesar de representar en la mayoría de los suelos agrícolas tropicales sólo un pequeño porcentaje o menos del uno por ciento de la materia sólida total, es de importancia fundamental para la fertilidad del suelo.

La materia orgánica está presente principalmente en el estrato superior del suelo, el cual está sujeto a procesos continuos de transformación; la parte activa de la materia orgánica del suelo puede además ser descompuesta por organismos de este. Las estructuras resultantes pueden recombinarse para formar estructuras muy estables de humus, las cuales pueden permanecer en el suelo por muchos años, el humus o materia orgánica, debido a su larga permanencia en el suelo, constituye un aporte importante para mejorar la estructura del suelo.

4.3. Deterioro del suelo por prácticas agrícolas

Haciendo un recorrido a través de los tiempos históricos se puede concluir que las civilizaciones existen mientras duren sanos sus suelos. Las actividades humanas están afectando este recurso vital. Hay pruebas de que la decadencia de los imperios de Asia Menor, Norte de África, Roma, Grecia y las civilizaciones de América Central fue motivada en gran parte por el manejo erróneo de los recursos naturales, teniendo gran impacto negativo la erosión del suelo causada por la tala de sus bosques en zonas de ladera y planicies, las prácticas agrícolas de la arada del suelo, las quemas y el riego.

Se calcula que para formarse un centímetro de suelo se necesita de 100 a 400 años y se requieren de 3.000 a 12.000 años para que el suelo sea suficiente para constituir tierras que puedan producir cosechas. Por lo tanto, la erosión puede ser considerada el factor más importante en relación con la degradación de los suelos. Cuando la agricultura es practicada en suelos con ciertos grados de pendiente o declive y una cierta intensidad de lluvias, y esto aunado a las prácticas de arada y rastrillada o a las quemas intensivas, con la consecuente desnudación del suelo, se presenta la intensificación de la erosión hídrica y en regiones con fuertes vientos, a la anterior se suma la erosión eólica.

En el mundo se ha calculado que las pérdidas de suelo por las prácticas agrícolas oscilan entre los rangos de 10 a 60 toneladas métricas por hectárea y por año. En Brasil se descubrió que cuando una empresa agroindustrial producía una tonelada de granos, la finca perdía un promedio de 10 toneladas de suelo por efecto de la erosión. Entonces el suelo vivo es la mayor riqueza que puede tener una nación, y si antes era catalogado como un recurso natural renovable hoy se le considera como no renovable al menos de forma inmediata.

Uno de los principales factores a ser considerados en relación con la sustentabilidad agroecológica es el suelo. Él es la base de la producción de alimentos para la humanidad. Sin suelo las plantas no pueden existir y sin ellas no existe la vida animal y humana. Por eso el destino de la humanidad depende de sí el suelo es protegido y recuperado. (36)

4.4. Características del suelo tropical

El bosque húmedo tropical era el ecosistema predominante de Colombia. Sin embargo, a partir de la conquista europea se inició su transformación sin considerar sus características biológicas. Esta intervención humana de carácter insostenible se ha incrementado a partir de los últimos cincuenta años, como consecuencia del impacto ambiental generado por los sistemas agropecuarios imperantes, además de las obras de ingeniería civil y la minería.

Uno de los mitos acerca de los trópicos es la fertilidad de sus suelos, el cual ha creado falsas expectativas en agricultores y gobiernos. Apoyados en este mito se promovieron las colonizaciones de grandes zonas de los bosques o selvas tropicales, ya fuera en las llanuras o más grave aún, en las zonas de ladera.

A pesar de la exuberancia de la selva húmeda tropical, realmente su vitalidad biológica y grandeza está sostenida en delicadas relaciones entre la flora y la fauna (desde las bacterias, hongos e insectos hasta los árboles, aves y mamíferos).

El suelo del trópico húmedo conserva la mayoría de sus nutrientes en la biomasa que conforma la rizosfera y no en los horizontes profundos del mismo. Los suelos tropicales, superficiales, carecen de mecanismos orgánicos y bióticos de retención, de modo que cualesquiera nutrientes presentes en él son drenados rápidamente. El suelo del bosque húmedo tropical sólo puede prosperar en suelos pobres, gracias a las múltiples adaptaciones mutualistas y de recirculación dentro de la biomasa de la comunidad forestal.

Existe un frágil equilibrio entre la materia orgánica vegetal y animal del bosque y la estructura del suelo. La humedad del agua evapotranspirada por la vegetación, la minimización del efecto del viento, la protección del suelo contra la radiación solar

y el impacto de lluvias tropicales están determinados, en última instancia, por la cobertura arbórea.

La superficialidad del sistema Vegetación – Suelo se puede apreciar claramente al observar las raíces de los grandes árboles. Ellas presentan un anclaje no profundo, formando una intrincada red de raíces gruesas y delgadas que cubren el suelo, y penetran en el humus superficial lo que les permite absorber con rapidez los elementos nutrientes liberados de los restos vegetales (hojas y troncos) en descomposición, evitando que el agua de escorrentía o el viento los arrastre.

Cuando se tala una selva tropical todos los mecanismos adaptativos son destruidos y la tierra se transforma en potreros o cultivos deficientes e insostenibles como agrosistemas. (39)

4.5. Biodiversidad y agricultura

La homogenización provocada por los monocultivos debe ser evitada especialmente en las latitudes tropicales y subtropicales. En estas regiones los sistemas de producción agropecuarios deben guiarse por el modelo natural basado en la máxima diversidad. El modelo agrícola impuesto en el trópico después de la conquista y colonización europea está adaptado a las condiciones de menor diversidad de las regiones templadas. Se consideraba que los agroecosistemas podrían funcionar bien en estas condiciones de homogenización, pero hoy se está replanteando este criterio, pues hasta en las regiones templadas el monocultivo está provocando graves daños en el ambiente.

El sistema de producción orientado hacia el monocultivo es inapropiado. Progresivamente disminuye la materia orgánica, lo cual va deteriorando el suelo, muchos organismos vegetales y animales se convierten en “plagas” y enfermedades y los niveles de producción van disminuyendo en cada cosecha. Analizando los efectos de un monocultivo de maíz en el espacio y en el tiempo puede apreciarse como el suelo sufre un proceso acelerado de compactación, consecuencia del enraizamiento superficial del mismo. (36)

4.6. Cómo producir más biomasa en la granja

- Integrar abonos verdes en los períodos de barbecho enriqueciendo la rotación de cultivos.
- Intentar cubrir el suelo con plantas todo el año, donde sea posible.
- Integrar el cultivo de forrajes en la granja donde sea posible (cercos vivos, siembra de pasto)
- Usar espacios improductivos (por ejemplo a lo largo de caminos, bordes de los campos, áreas pendientes etcétera) para plantar árboles o los cercos vivos.

- Establecer sistemas agroforestales.
- Dejar o plantar árboles solos en el campo (por ejemplo árboles que fijan nitrógeno) manejándolos con sistema de poda intensa.
- Dejar el ganado vacuno pastorear algunas noches en campos cosechados (también puede ser el ganado del vecino) para obtener el beneficio de sus excrementos.

Sin embargo, en algunas áreas la vegetación es muy escasa y el suelo es demasiado pobre para producir aún un cultivo de abono verde. En tales condiciones, podría ser necesario primero aumentar la fertilidad del suelo trayendo abonos orgánicos de fuera de la finca.

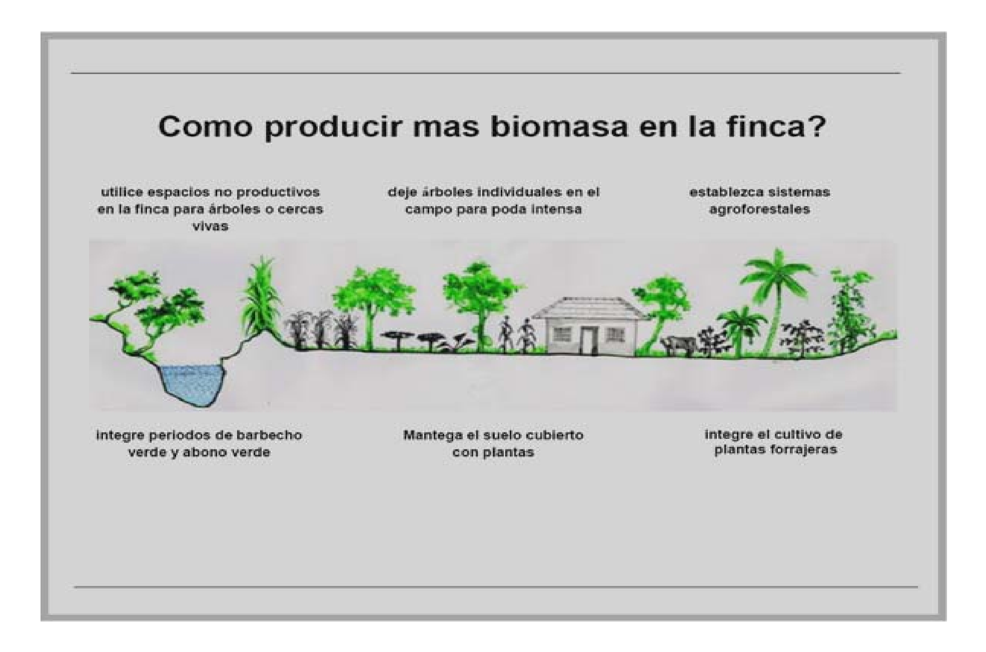


Figura 12. Un boceto de una granja convencional. Ideas de cómo producir biomasa dentro de la granja están en color verde. (IFOAM, 2003).

4.7. La microbiología del suelo

La vida en la tierra tiene una antigüedad aproximada entre 3500 y 4000 millones de años, de los cuales 2500 millones correspondieron a la evolución de las bacterias como únicos seres en el planeta; éstas han sido las responsables de crear el medio ambiente ideal para que otras formas vivientes pudieran evolucionar; por ejemplo, crear una atmósfera con la combinación natural de gases que hoy tiene y mantener una base alimentaría para el desarrollo de formas superiores de vida.

El suelo es un microcosmos con vida propia que tiene, a excepción de muchos insectos y algunos anélidos, la inmensa mayoría de los organismos del suelo no visibles al ojo humano, debido al desconocimiento por la ciencia del suelo.

La cantidad total de especies y variedades de microorganismos que habitan en el suelo son hasta ahora inconmensurables. Algunos científicos arriesgan cifras y afirman que en un solo gramo de suelo pueden encontrarse hasta unos 10.000 millones de bacterias. Descubrir qué tantas existen realmente y qué tan diferentes son unas de otras, puede tomar a la ciencia mucho tiempo más.

Los principales grupos de microorganismos que conforman el suelo son:

a. **VIRUS**: Por ser los organismos más simples sólo pueden reproducirse como parásitos. Todos viven a expensas de otros organismos y son causantes de enfermedades. En la agricultura son ventajosos aquellos causantes de enfermedades a las plagas de los cultivos.

b. **HONGOS**: Organismos macro y microscópicos que cumplen funciones muy diversas, destacándose la mineralización de la materia orgánica, la simbiosis con las plantas para aumentar su capacidad de absorción de nutrientes y el control de otras poblaciones de microorganismos patógenos.

c. **BACTERIAS**: Tal vez el grupo más numeroso y polifacético en el ecosistema edáfico; sus funciones van desde la mineralización del nitrógeno atmosférico, hasta la producción de materia orgánica, pasando por ser parásitos de otros microorganismos del suelo y mineralizar la materia orgánica.

d. **CIANOBACTERIOS O ALGAS VERDE AZULADAS**: Todos son fotosintéticos y por lo tanto proveedores de materia orgánica al suelo. Otros son fijadores de nitrógeno atmosférico.

e. **PROTOZOARIOS**: Se alimentan de otros microorganismos y por lo tanto son reguladores de las poblaciones. (1)

La vida contenida en una hectárea de suelo (estimativa) es de 800 kg. de lombrices (peso de lombrices vivas). Este peso corresponde a unos 7/15 millones de lombrices que elaboran cada año entre 45 - 60 toneladas de humus.

Quiere decir esto que el 0,27% está representado por un contenido orgánico vivo. Sin embargo, esta pequeña porción de vida es capaz de contribuir fertilizando la tierra en una proporción admirable: 10 veces su peso vivo.

Lo anterior lleva necesariamente a pensar hasta que punto la labranza convencional, la ampliación de la frontera agrícola, el empleo de fertilizantes de síntesis química y la adición de sustancias para controlar la acción de “plagas” y

”enfermedades” son benéficas a este sistema en perfecto equilibrio y con una dinámica asombrosa y coherente.

La agricultura moderna ha desechado la concepción integral de los mecanismos de equilibrio de la naturaleza, ignorando la capacidad vegetal de nutrirse tanto del aire como del suelo y del dosel arbóreo a través de múltiples procesos biológicos.

Por tanto, es preciso asumir un nuevo concepto frente al suelo, como un recurso sumamente complejo y frágil, haciendo énfasis en el importante papel biológico que cumple, el cual se constituye en su principal función como parte de los sistemas de producción agropecuaria, cualquiera sea su propuesta.

Tabla 6. Composición microbiológica de un suelo tropical

Hongos Actinomicetes	700 Kg
Hongos Diversos y Algas	500 Kg
Bacterias	550 Kg
Protozoarios y otros	.850 Kg
Total	5.400 Kg (Aprox. 6 Ton/Ha)

Fuente: Primavesí, 1987.

Peso de una hectárea hasta 12 cm de profundidad: 2.250 Ton.Otros organismos mayores del suelo son: las lombrices, las arañas, las babosas y los caracoles, los abejones, las garrapatas y los ciempiés.

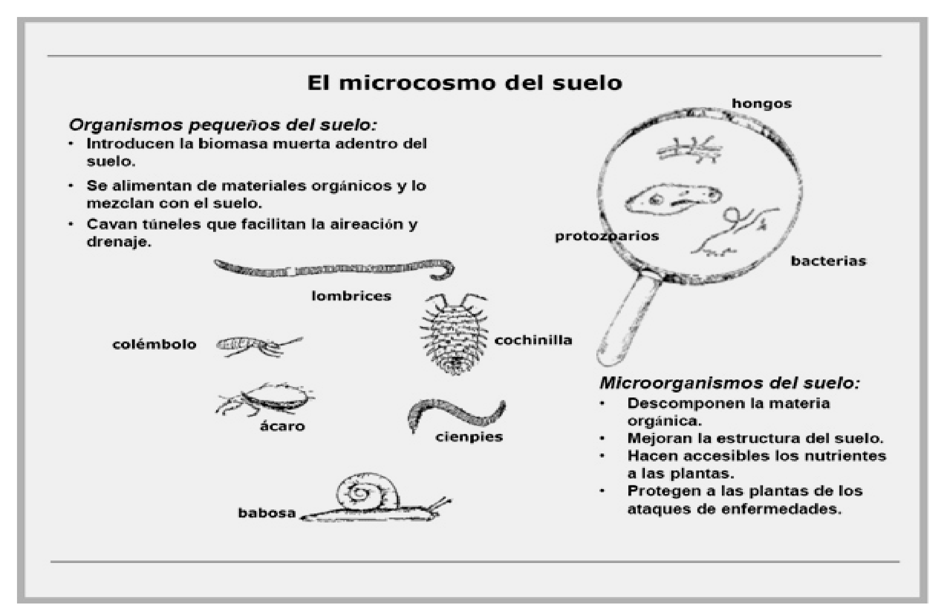


Figura 13. Algunos organismos del suelo. (IFOAM, 2003).

4.8. Manejo agroecológico del suelo tropical

Entendiendo la dinámica del bosque tropical y las posibles alternativas para intervenir en el ecosistema, se pueden postular algunos principios fundamentales que deben ser respetados. Ellos son:

- Mantener el suelo cubierto permanentemente con cultivos de cobertura, coberturas muertas y árboles. Esto exige cambiar las tecnologías para la preparación del suelo, no utilizando el arado de vertedera o de discos ni el rastrillo.

- No invertir las capas del suelo, ni enterrar el material vegetal, evitándose procesos de fermentación de la materia orgánica de carácter anaeróbico. Este manejo del suelo evita procesos de erosión hídrica y eólica, además protege de las altas temperaturas provocadas por la radiación solar y la alta tasa de la evapotranspiración.

Lo anterior aumenta la capacidad de circulación y retención del agua en el suelo, como consecuencia de la materia orgánica presente. Así se disminuye la necesidad de sistemas de riego, que además de ser costosos, implican graves riesgos de salinización, compactación de los suelos y contaminación del agua.

La aplicación de estos principios obliga a estudiar cuidadosamente el modelo agrícola basado en los cultivos de cobertura y los abonos verdes. El éxito del Sistema de Siembra Directa en las tierras tropicales dependerá de la buena utilización de estos cultivos y técnicas. En la medida en que se aprenda su manejo, el agricultor podrá reducir la dependencia de los agroquímicos derivados del petróleo, tales como herbicidas y abonos de síntesis química. (39)

4.8.1. La solarización

Con el inicio de la Revolución Verde, cuya base se sustentó en el alto uso de insumos para lograr mayor productividad, se generó todo un movimiento tendiente a realizar el control de pestes y arvenses, basados solamente en el control químico, como única herramienta. El uso continuado de insecticidas, herbicidas y funguicidas especialmente, ocasiono fuertes desequilibrios ambientales y muy especialmente una acentuada erosión microbiológica de nuestros suelos.

El Método Natural y sencillo para lograr vacunar el suelo se denomina la Solarización, que se basa en un proceso físico, alternando altas y bajas temperaturas. Consiste en humedecer un suelo previamente preparado y cubrirlo con un plástico transparente o negro durante 30-45 días. Su principio esta basado en el hecho que la mayor parte de las plagas y los patógenos de las plantas son

Mesófilos o sea que se desarrollan a temperatura y humedad de tipo medio, es decir, ni bajas ni altas, y por lo tanto mueren cuando son sometidos a temperaturas de 37 grados o mas durante períodos prolongados. Estas fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche rompen el ciclo biológico de los fitopatógenos presentes en el sustrato. La cobertura del plástico debe estar bien sellada para impedir que el agua se escape.

Otro importante principio es que las temperaturas del suelo no necesitan llegar a dosis letales para controlar las enfermedades de las plantas, porque solo les basta llegar a las que detienen el crecimiento, desarrollo o instalación de organismos patógenos, que aunque permanezcan vivos no pueden crecer y no infectaran los tejidos de las raíces ni causarán ninguna enfermedad. También se puede dar el caso que las temperaturas subletales provoquen retrasos en la germinación y crecimiento de los hongos patógenos y reducen su virulencia en las plantas huésped.

La solarización del suelo es un proceso hidrotérmico que requiere humedad para transferir el máximo de calor a los organismos del suelo. (9)

La producción de plántulas sanas y vigorosas depende básicamente de una adecuada desinfestación del suelo utilizado para los semilleros, pues tanto la semilla como la plántula pueden ser atacadas por hongos, bacterias, nemátodos, insectos y arvenses, las cuales pueden afectar los procesos de germinación, crecimiento y desarrollo de las mismas causando en la mayoría de las veces graves perdidas económicas. Teniendo en cuenta la tendencia actual de producción limpia, que implica menor uso de agroquímicos, el método de desinfestación de suelos recomendado es la solarización, la cual utiliza la energía calórica irradiada por el sol, cubriendo el suelo húmedo con coberturas plásticas lo que hace que la temperatura de este aumente hasta el punto que controle organismos patógenos. Esta técnica fue desarrollada por los israelitas en la década de los 70.

Para construir una cama de solarización se procede de la siguiente manera: una vez hecha la mezcla del suelo (tierra, materia orgánica y arena), se hace la nivelación del suelo y se construyen eras de 1.2 mts. de ancho con una altura máxima de 20 cms.

Para cada metro cuadrado de la cama añada los siguientes productos:

- compost , humus de lombriz, pulpa de café descompuesta: 2.0 kg. de alguno de ellos o de su mezcla
- Rocas naturales (roca fosfórica, yeso agrícola, carbonato de magnesio): 0.5 kg. de su mezcla.

Revolver bien todos los materiales con el suelo y humedecer el suelo a capacidad de campo, se cubre con plástico transparente o de color negro de 6 mm. de

espesor, procurando que quede lo mas sellado posible. El tratamiento debe durar 40 días en zonas de clima frío y 20 días como mínimo en zonas de clima cálido.

Es evidente entonces que la solarización ofrece una buena alternativa para la desinfestación de suelos en aspectos como:

- Aumenta producción.
- Disminuye costos.
- Disminuye infestación de suelos.
- Activa los suelos que están bajo monocultivo.
- Mejora algunas propiedades fisicoquímicas del suelo. (12)

4.8.2. Las micorrizas

Los hongos formadores de micorriza se perfilan como un promisorio insumo microbiológico para la agricultura sostenible. La aparición del término micorriza data aproximadamente desde hace 110 años, pero sólo hasta ahora se le ha venido dando la importancia que merece. Las micorrizas de tipo vesículo arbuscular (MVA) están ampliamente difundida, tanto es así que es difícil encontrar plantas que no estén asociadas con este tipo de hongos del suelo y unidos a las raíces de ellas

4.8.2.1. Definición

Micorriza es la asociación establecida entre hongos y raíces, o cualquier otro órgano de la planta implicado en la captación de nutrientes a partir del suelo. Dicha asociación es de tipo simbiótico mutualista, ya que incrementa la eficiencia en la adquisición de elementos minerales (nutrientes) por la planta hospedante, que a su vez proporciona al hongo compuestos carbonados.

4.8.2.2. Historia

El término micorriza fue primeramente propuesto por el botánico alemán, Albert Bernard Frank en 1885, quien lo tomó del griego, donde “mico” significa hongo y “riza” raiz. (Castro, R. 1995). A partir de 1950 se genera un gran interés por esta simbiosis y se realizan gran número de investigaciones.

Colombia se ha convertido en uno de los primeros países del trópico en estudiar ampliamente las posibilidades prácticas de las micorrizas. En el país se encuentran varios centros de investigación como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Cali, y el Comité Nacional de Micorrizología, con sede en la Universidad Nacional de Colombia, seccional Palmira, los cuales están adelantando varias investigaciones para poder conocer las grandes potencialidades de las micorrizas en la producción vegetal.

4.8.2.3. Clasificación anatómica

Las micorrizas se han agrupado sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en:

4.8.2.3.1. Ectomicorrizas

Se caracterizan por la penetración intercelular del micelio fúngico en la corteza radicular, que forma la “red de Harting” y el “manto” que se desenvuelve alrededor de los segmentos de raices colonizadas, provocando cambios anatómicos evidentes que producen el crecimiento dicotónico de esas raices. Es el tipo más conspicuo de micorriza, puesto que se puede observar a simple vista, esta se produce principalmente en coníferas de latitud templada, es después de las endomicorrizas (MA) el segundo tipo más distribuido en los ecosistemas.

4.8.2.3.2. Ectendomicorrizas

Son generalmente ectomicorrizas con penetración intracelular.

4.8.2.3.3. Endomicorrizas.

Caracterizadas por la penetración inter e intracelularmente, pero sin formación de manto ni modificaciones morfológicas evidentes en la corteza de las raíces. También se conocen como micorriza arbuscular (MA) o micorriza vesículo arbuscular (MVA). No son hospederas específicas. Es el tipo más extendido en el reino vegetal, puesto que coloniza más del 85% de las especies de plantas con raíz; la MVA se forma a partir de hongos bastante localizados taxonómicamente, puesto que todos pertenecen al orden Glomales, estos hongos se caracterizan por la capacidad para desarrollar una simbiosis y por la formación de arbúsculos intrarradicales en la planta hospedera. (14)

4.8.2.4. Taxonomía micorriza vesículo arbuscular

DIVISIÓN	EUNYCOTA
CLASE	ZYGOMYCETES
ORDEN	GLOMALES
FAMILIAS	GLOMACEAE
	Géneros:
	Glomus, Sclerocystis
	ACAULOSPORACEAE
	Géneros:
	Acaulospora, Entrophospora

GIGASPORACEAE
Género:
Gigaspora, Scutellospora. (41)

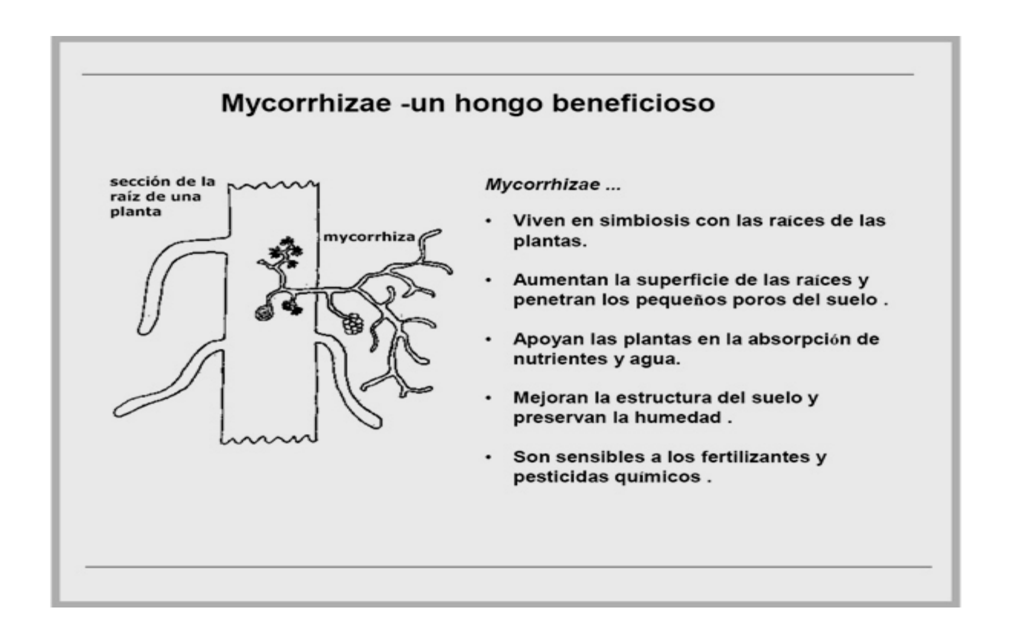


Figura 14 . Micorrizas penetrando la punta de una raíz. (IFOAM, 2003)

4.8.2.5. Beneficios de las micorrizas

En forma general, los beneficios que representa para la planta la asociación con hongos MVA son muchos y muy variados, catalogándose como directos e indirectos.

No existe ninguna duda de que la función más importante de la MVA para la planta es la nutricional. Mediante el micelio externo la raíz micorrizada explora un mayor volumen de suelo para la absorción de nutrientes, en especial los poco móviles, como son: fósforo (P), zinc (Zn), azufre (S), calcio (Ca), molibdeno (Mo), boro (B), etc.

Otros beneficios directos que desempeña la MVA sobre la planta son: inducir la síntesis de hormonas vegetales, mejorar la resistencia o resistencia de la planta a enfermedades radicales y aumentar la eficiencia de otros simbiontes como *Rhizobium, Azotobacter,* etc.

Hay muchos beneficios indirectos para la planta derivados de su asociación con MVA. La planta se torna más tolerante a situaciones adversas de su entorno

como son: estrés por sequía, temperaturas altas o bajas del suelo, pH extremos, desbalance nutricional, presencia de sustancias o elementos tóxicos, etc.

El aprovechamiento práctico de las micorrizas forma parte de las tecnologías actualmente en desarrollo vinculado a los conceptos de agricultura y silvicultura biológico, gestión racional de los suelos y desarrollo sostenible (Sello Verde).

Los hongos micorrizogenos se utilizan como biofertilizantes, es decir, insumos biológicos que favorecen el desarrollo de cultivos y plantaciones, sin los problemas de contaminación que ocasionan los insumos químicos.

El uso de inoculantes biológicos no puede seguir las mismas reglas que se aplican en el caso de los insumos químicos. Por tratarse de un insumo biológico, el inóculo micorrícico tiene requerimientos de control de calidad y especificaciones de aplicación distintas a los químicos. En la selección de un inoculo comercial deben tenerse en cuenta unos parámetros mínimos como son:

- Porcentaje de humedad máximo 15%
- Numero de esporas en un (1) gramo de suelo, base seca; mínimo 35 esporas/gr.
- Diversidad, se refiere a la cantidad de especies o cepas que contiene el inóculo, capaces de adaptarse a diferentes condiciones ecológicas y de los diferentes cultivares.
- Sustrato libre de patógenos potenciales en especial nemátodos.

En conclusión, bajo condiciones tropicales, donde los suelos son con frecuencia pobres en nutrientes, particularmente fósforo y nitrógeno, la micorriza se constituye en un excelente recurso para la producción. La micorriza puede ser aplicada en semilleros, viveros, al trasplante, al momento de la siembra, en cultivos establecidos, en pastos, colocándola debajo de la semilla o lo más cerca posible de la zona de raíces. (41)

4.8.3. El agua en el suelo

Se considera que la cantidad de agua total en la naturaleza equivale a 1395 x 10^{15} litros, volumen que ha permanecido más o menos constante en el planeta desde su origen. El agua es el recurso dador de vida que cubre cerca del 71 % de la superficie de la Tierra. Ayuda a mantener el clima, diluye los contaminantes y es esencial para toda forma de vida. Casi el 100 % del agua corresponde a la de mar, ya que sólo 0.75 % es agua dulce y 2.25 % es agua congelada de los glaciares; por tanto el agua salina representa un 97 % del total

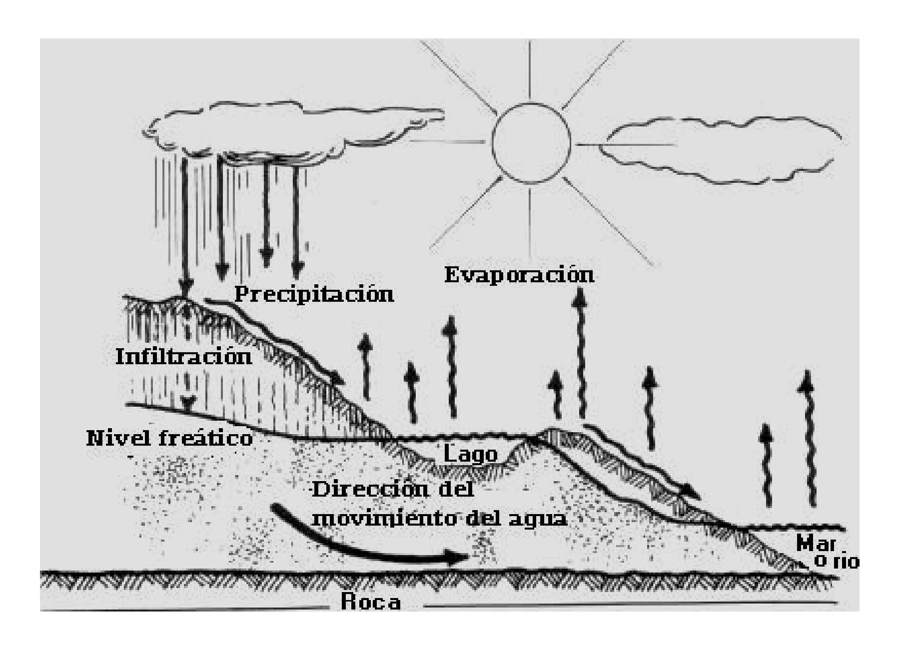


Figura15. Ciclo del agua (http://www.jmarcano.com/nociones/ciclo1.html)

En la atmósfera como vapor sólo existe el 0.001 % de agua, sin embargo en las últimas década este ha aumentado, constituyendo un nuevo factor de riesgo para el incremento del efecto invernadero. La transpiración se debe a la difusión de agua a través de las membranas de los tejidos vegetales y se integra a la atmósfera en forma de vapor (el maíz transpira 3.747.525 litros de agua/Ha/año). (43)

La provisión de agua a las plantas en condiciones naturales depende de los sistemas de circulación atmosférica. Mediante este sistema la lluvia deposita en Kg por Ha: Cloro 36, Nitratos 2, Nitrógeno orgánico 1.4, Nitritos 2.2, Fósforo Total 0.2, Fosfatos 0.04, Hierro Total 0.6, Calcio 0.8, Magnesio 2. (Ungemach, 1967-Análisis de la precipitación sobre la cuenca amazónica del Bajo Río Negro).

En síntesis el agua lluvia y el sistema de circulación atmosférica son excelentes fuentes de fertilización natural; el carbono atmosférico (CO_2) es el principal alimento de las plantas y lo obtienen mediante el proceso de la fotosíntesis.

4.8.3.1. Mantenimiento del agua en los suelos

En la agricultura convencional, la primera idea para vencer la escasez de agua usualmente es la de instalar sistemas de irrigación. Los agricultores orgánicos saben que es más importante primero mejorar la retención y la infiltración de agua en el suelo.

Durante los períodos secos algunos suelos están en mayor y otros en menor condición de suplir de agua a los cultivos. La habilidad de un suelo de absorber y suministrar agua mayormente depende de la composición del suelo y del contenido de materia orgánica, los suelos ricos en arcilla pueden almacenar hasta tres veces más agua que los suelos arenosos.

La materia orgánica de los suelos actúa como un almacén de agua, algo así como una esponja, los terrenos por consiguiente, ricos en materia orgánica conservarán su humedad para un tiempo más largo. Para aumentar el contenido de materia orgánica, la aplicación de estiércoles orgánicos, compost, mulch o los abonos verdes pueden ser utilizados. Una capa delgada de mulch puede reducir considerablemente la evaporación de agua del suelo al dar sombra al suelo y protegiéndolo de la irradiación directa del sol, impide además
al suelo calentarse.

Un abono verde o un cultivo de cobertura no es siempre una forma adecuada de reducir la evaporación del suelo. Mientras una cobertura vegetal provee sombra y reduce la luz solar que directamente alcanza el suelo, esos mismos cultivos evaporan agua a través de sus hojas aún más eficazmente que el suelo. Cuando la humedad del suelo se pone escasa, las plantas que compiten por el agua con el cultivo principal pueden podarse o cortarse, sirviendo así de mulch. (25)

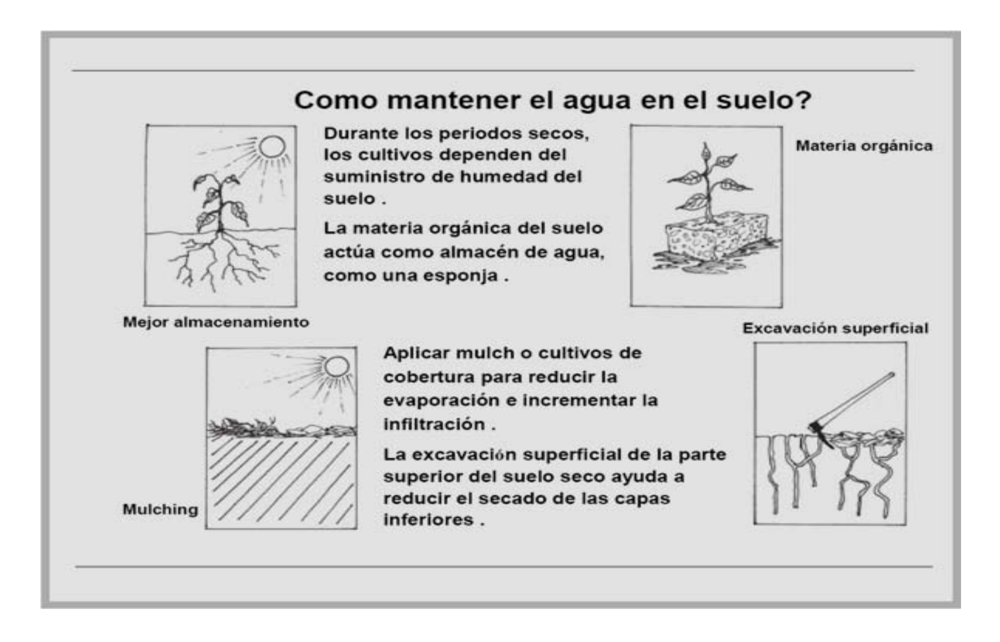
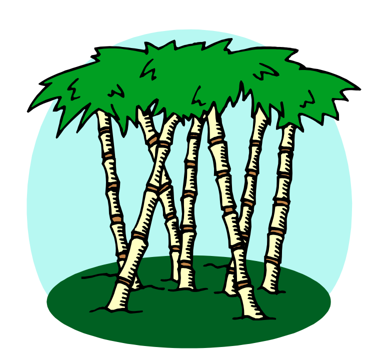


Figura 16. Enfoques para la conservación de agua: Una mejor retención de agua a través de un alto contenido de materia orgánica en los suelos; Evaporación reducida a través de una capa de mulch o el rastrojo superficial del suelo. (IFOAM, 2003).

4.8.3.2. Aumento de la infiltración

Durante lluvias fuertes, sólo una parte del agua se infiltra en el suelo. Una parte considerable se desliza sobre la superficie, y se pierde para el uso por el cultivo. Para hacer la mayor cantidad de agua de lluvia disponible para el suelo, la infiltración de agua de lluvia necesita ser aumentada. Lo más importante para lograr una alta infiltración en los suelos es mantener la capa arable con una buena estructura del suelo es decir con muchas porosidades por ejemplo hechos por lombrices. Los cultivos de cobertura y el mulch son adecuados para
crear una buena estructura en el suelo, adicionalmente, ayudan a disminuir el flujo de agua, dando mas tiempo para la infiltración.



En áreas con pendiente, la infiltración de agua de lluvia adicionalmente puede ser facilitada a través de zanjas excavadas a lo largo de las líneas de contorno, el agua que corre superficialmente es capturada en la zanja donde lentamente puede infiltrarse en el suelo, montículos semicirculares, por ejemplo alrededor de árboles, tienen un efecto similar.

Colectan agua, que corre cuesta abajo promoviendo su infiltración cerca de la raíz del cultivo. En suelos planos, pueden ser usados los hoyos para plantar, el efecto de estas "trampas de agua" puede ser aumentado si un estrato de mulch es también integrado.

4.8.3.3. El almacenamiento de agua

El agua excedente de la estación lluviosa puede utilizarse durante los períodos secos. Hay muchas posibilidades de almacenaje de agua de lluvia para la irrigación, pero la mayor parte de ellas son intensivas en mano de obra y muy costosas.

Almacenar agua en estanques tiene la ventaja que se pueden criar peces, pero el agua probablemente puede perderse a través de la infiltración y la evaporación. La construcción de tanques de agua puede evitar estas pérdidas, pero se necesitan

materiales de construcción. La recolección del agua lluvia a través de canaletas que bordean los techos de las casas de campo, facilitan la conducción a tanques de almacenamiento.

4.8.3.4. Daños potenciales de la irrigación

Aún en la agricultura orgánica, hoy día grandes áreas de tierra están bajo irrigación, mientras que la oportunidad de la irrigación puede ayudar a los agricultores para mejorar su ingreso y sustento, hay también algunos impactos potenciales negativos de la agricultura de regadío, que deberían ser considerados:

- Cuando la cantidad de agua extraída de un lago, río o de la capa freática del agua subterránea excede su reabastecimiento, la reducción drástica del recurso de agua puede ser el resultado, con su bien conocido impacto en el eco-sistema.
- La irrigación excesiva en las áreas secas o semiáridas puede causar salinidad del suelo, lo cual en el peor de los casos pueda hacer el suelo no apto para la agricultura.
- La irrigación intensa puede causar erosión del suelo
- La irrigación por aspersores o inundación puede dañar la estructura de la capa arable. La estructura de las partículas del suelo puede ser destruida y las partículas de suelo pueden concentrarse en los poros, resultando en la formación de una costra dura del suelo. Esto reducirá la aeración del terreno y dañará los organismos del suelo.
- La irrigación impropia puede causar estrés a los cultivos, haciéndoles más vulnerable a las plagas y enfermedades. Los cultivos de zonas secas son afectados fácilmente por el agua excesiva aun cuando sea por periodos cortos de tiempo. La irrigación durante los períodos mas calientes del día puede causar estrés a las plantas. (25)

AUTOEVALUACION

Evalúa tus conocimientos y compleméntalos investigando los temas que aún no manejas bien. A continuación se plantean varias preguntas con respuestas abiertas. Consúltalas y entrega al tutor un informe escrito. Socializa con tus compañeros de grupo las respuestas.

1. ¿Cuáles son los microorganismos benéficos más importantes en los procesos biológicos del ecosistema? Determine: el tipo de microorganismo, que funciones cumplen, cuál es el medio en el que se desarrolla.

2. ¿Cuáles son las etapas de la simbiosis entre las micorrizas y las raíces de las plantas?

3. Se hace urgente pensar en nuevas formas de producción que reúnan conocimientos ecológicos, ambientales, económicos, campesinos, sociológicos, culturales y otros que devuelvan a los agricultores la confianza, que les permita volver al campo para vivir dignamente en él, valorando sus conocimientos y el respeto por la naturaleza. ¿Qué propuestas tienes al respecto para que la región agrícola que habitas o una que selecciones para este análisis pueda lograr estos objetivos?

4. En los Andes de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia los campesinos domesticaron gran cantidad de especies que aún son la base alimentaria de sus poblaciones. ¿Cuáles son esas especies? Busca información sobre su descripción botánica y ecológica.

5. Las antiguas comunidades de agricultores lograron crear tecnologías sorprendentemente avanzadas para riegos y conservación de suelos como por ejemplo las chinampas en Méjico, los waru-waru en Perú, las terrazas en la sierra nevada de Santa Marta en Colombia, los sistemas de riego y drenaje en espina de pescado en el bajo Sinú en Colombia, entre otros. Investiga en que consistieron y como se manejaron.

6. ¿Cuál es el efecto de la luna sobre los cultivos? ¿Cómo aplicaban este conocimiento los agricultores antiguos (indígenas)?

7. Investiga sobre la forma como funcionaban las tecnologías de riegos y conservación de suelos en diferentes lugares del continente americano.

8. ¿Cuáles cultivos trajeron los españoles a América, cuáles son autóctonos de la zona tropical?

9. ¿Cuáles son las principales características de los agricultores campesinos y sus diferencias con los agricultores modernos o de revolución verde?

10. Investiga sobre la estructura y función de los agroecosistemas

11. Investiga en tu zona sobre un proyecto agropecuario e identifica los recursos y el manejo que se realiza con ellos. Elabora una ficha para recoger la información.

12. Investiga cuales son los procesos y reacciones químicas más importantes que se suceden en los ciclos biogeoquímicos y su relación con el suelo.

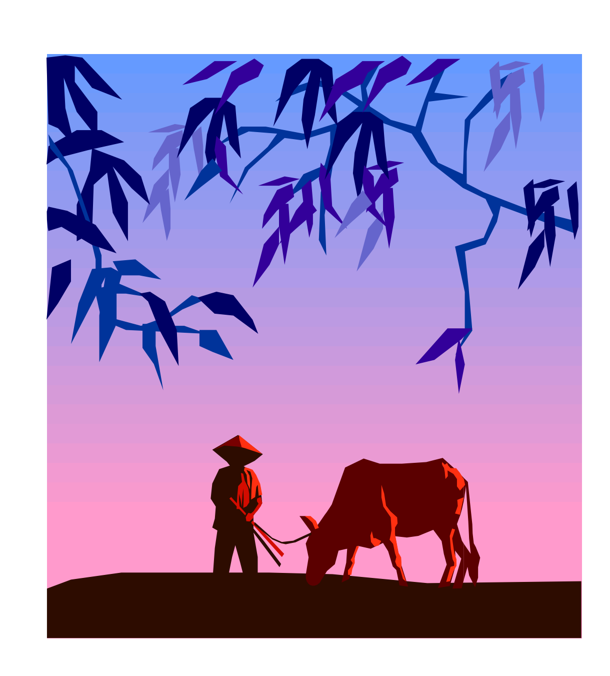
13. Selecciona un metro cuadrado de un terreno que haya sido trabajado con agricultura y otro que se encuentre descansado (puede ser un terreno con arvenses). Observa la población de plantas, insectos, reptiles y otros organismos vivos que encuentres en el sitio elegido. Luego quita con un azadón la superficie que los cubre y remueve el suelo hasta una profundidad de 20 centímetros. Observa los macroorganismos, raíces y composición del suelo (poros, color, humedad, olor, estructura, textura, perfil). Elabora una ficha y recoge en ella esta información (trata de identificar las especies vegetales y animales) Compara los datos encontrados. Explica las diferencias.

14. El efecto invernadero es una consecuencia de la contaminación ambiental, ¿Qué papel tiene el sector agropecuario en este daño?

15. El sistema de producción que aplicaban los antiguos de tumbar y quemar el bosque y luego sembrar tuvo aplicaciones prácticas, ¿porqué hoy no es posible esto?

UNIDAD 2

INNOVACIONES TECNOLOGICAS PARA MANEJAR LA AGRICULTURA EN EL TROPICO



OBJETIVOS

- Conocer la importancia de los abonos verdes en los agroecosistemas.
- Aprender el manejo de los abonos verdes y sus aportes en el mejoramiento del suelo.
- Conocer las características principales de algunos abonos verdes.
- Conocer el manejo de los cultivos de cobertura (mulch).
- Comprender la importancia del compost en la fertilidad del suelo.
- Aprender el manejo y preparación del compost, sus componentes y beneficios.
- Conocer la importancia de las lombrices en el mejoramiento del suelo.
- Aprender el manejo y preparación del lombrihumus y de las canastillas lombriceras.
- Conocer la importancia de los preparados microbiológicos en los procesos agrícolas.
- Aprender el manejo de varios tipos de preparados microbiológicos.
- Conocer la importancia y manejos de las arvenses (mal llamadas malezas) en la agricultura orgánica.
- Conocer el papel e importancia de la alelopatía en los agroecosistemas.
- Aprender el manejo y los mecanismos alelopáticos en la agricultura.
- Conocer la importancia de los purines e hidrolatos y aprender su preparación y manejo.

CAPITULO 1

LOS ABONOS VERDES



“No retires demasiado de tu campo,
no agotes toda su fertilidad,
pero deja en él
un poco de tu corazón”.
Plinio el Viejo

1.1. Definición

Es cualquier planta competitiva y bien adaptada, en una determinada localidad, para la gran producción de biomasa, que se incorpora al suelo sin culminar su ciclo vegetativo y permiten la recuperación y mejoramiento de suelos degradados, son de muy diverso origen y uso por los agricultores, dado que muchas de ellas son utilizadas para fines como la alimentación humana y animal, el sombrío, provisión de leña y otros diversos materiales. (39)

Las leguminosas (fríjoles, tréboles) son los mejores ejemplos, con la ventaja de su asociación con bacterias del genero Rizobium, que fijan nitrógeno del aire. Los más empleados en nuestro medio son:

Elevaciones bajas (0 a 1.500 m.s.n.m.): Fríjol Terciopelo o Vitabosa (*Mucuna sp.),* Canavalia (*Canavalia sp*.), Dólicos (Dolichos lablab), Guandul (*Cajanus cajan*), Crotalarias o Cascabelitos (*Crotalaria Sp*.), Caupí (*Vigna unguiculata*), Maní forrajero (*Arachis pintoi*), Kudzú (*Pueraria phaseoloides*)

Elevaciones intermedias (1.500 a 3.000 m.s.n.m.). Fríjol Vida o Petaco (*Phaseolus coccineus*), Arveja (*Pisum sativum*) y Vicias (*Vicia sp*.)

Elevaciones superiores a los 3.000 m.s.n.m.: Tarhui (*Lupinus mutabilis*), Haba (*Vicia faba*)

Sin embargo otras familias de plantas como las gramíneas (Avena forrajera, maíz), cucurbitáceas (Ahuyama, Chayota o Cidra), compuestas (Girasol), Crucífera (Nabo forrajero) y las amarantáceas (Amaranto o Bledo), poligonáceas (Higuerilla) poseen especies útiles como abonos verdes. Debe estudiarse la forma de manejo del margaritón (*Thitonia diversifolia).* Agricultores de la zona norte de Colombia, en la región Atlántica, emplean la Batata o Camote (*Ipomoea batatas*) como cobertura viva en sus plataneras. (39)

Aunque el aire contenga un 80% de nitrógeno (que representa entre 6 y 7 toneladas sobre cada hectárea de terreno), la realidad es que en la superficie se encuentra apenas una pequeña cantidad en forma mineralizada y, salvo las leguminosas y algunos otros árboles y arbustos, las plantas son incapaces de proveerse del nitrógeno atmosférico. Es fundamental entonces aprovechar el enorme potencial de aquellas plantas capaces de proveerse de nitrógeno para que provean también a las demás plantas de la naturaleza.(33)

1.2. Historia

Los Abonos Verdes hacen parte de la historia de la agricultura de muchos pueblos. Los Chinos, Griegos y Romanos los utilizaron antes de la era cristiana. Los pueblos filipinos y precolombinos los utilizaron en sus agroecosistemas sustentables hace más de 5.000 años. El mayor énfasis se dio siempre a las leguminosas. Beijerink hace 70 años fue el primero en aislar las bacterias capaces de fijar nitrógeno, que existen en los nódulos de las raíces de las leguminosas.

El fríjol terciopelo (*Mucuna deeringiana*) fue utilizado como abono verde en cultivos de cítricos en la Florida a partir de 1.890, y luego extendido por todo el sureste de USA en grandes cultivos de maíz y algodón, con el apoyo del Departamento de Agricultura de USA, que se dedicó a investigar e introducir nuevas variedades.

A partir de los años 40´s se inició el estudio de los beneficios de sus sistema radicular en el acúmulo de materia orgánica y en el control de enfermedades y nemátodos del suelo. Con la aparición de la revolución verde desaparecieron las prácticas de abonamiento verde que eran comunes en plantaciones de café, cítricos, etc., dando lugar a la utilización de fertilizantes químicos, pesticidas y maquinaria. Al final de los años 70´s, cuando afloran las consecuencias nefastas de la revolución verde, se retoma nuevamente su estudio y práctica, conjuntamente con otras prácticas orgánicas necesarias para la sostenibilidad de los agroecosistemas tropicales. Trabajos recientes con abonos verdes muestran resultados promisorios en la recuperación de suelos degradados. (33,38,39)

1.3. Efectos del uso de los abonos verdes y de las coberturas

1.3.1. Aporte de elementos mayores y menores

Aportan nitrógeno aprovechable por las plantas en cantidades que varían ampliamente; existen reportes de fijación para alfalfa entre 135 y 375 kg de N, frijol entre 90 y 160 kg, trébol entre 100 Y 210 kg, leucaena hasta 900 kg/ha/año, mucuna y canavalia fijan alrededor de 150 kg. Aunque es de suponer que buena parte de este nitrógeno se volatilice por su incorporación superficial en el suelo, no puede desconocerse el tremendo aporte que los abonos verdes pueden hacer, igualando incluso aquellos aportes que agricultores pudientes hacen a partir de abonos nitrogenados sintéticos. Especies de abonos verdes de sistemas radiculares profundos ejercen un papel importante en el reciclaje de otros nutrientes desde las capas profundas del suelo hacia las capas más superficiales. (1)

1.3.2. Aporte de materia orgánica al suelo

Por lo general, las plantas como abono verde y cultivos de cobertura se descomponen en y sobre el suelo y son el alimento ideal de la vida microscópica del mismo. La materia orgánica es crucial en los suelos tropicales y subtropicales, ya que ella es el principal indicador de la fertilidad de un suelo.



La materia orgánica es mineralizada cerca de cinco veces más rápidamente en los trópicos que en las regiones templadas. Se deben promover y proteger todas las formas de actividad biológica y si se necesita emplear correctivos o fertilizantes, utilizar abonos de baja solubilidad, no sintéticos, tales como la roca fosfórica, la cal dilomítica, las escorias Thomas, las cenizas de madera y la harina de huesos, entre otros.

1.3.3. Mejoramiento de la estructura del suelo

El sistema radicular fino y bien ramificado de estos cultivos descompacta al suelo. Existen evidencias de recuperación de la estructura de suelos con marcada compactación provocada por sobrepastoreo, utilizando únicamente el Frijol Terciopelo o vitabosa (*Mucuna deeringianum*) como cultivo de cobertura, durante cuatro meses. Según el tipo de suelo, la penetración radicular promedia alcanzada varía entre 0.8 a 3.0 metros. Sobresalen en su capacidad de penetración la *Crotalaria juncea,* el *Cajanus cajan*, la *Mucuna deeringiana* y la *Canavalia ensiformis.*

Los abonos verdes y los cultivos de cobertura contribuyen al mejoramiento de la tasa de infiltración y drenaje de los suelos, al mejorar la capilaridad y porosidad del mismo.

1.3.4. Aumento de la actividad biológica del suelo

Estos cultivos proporcionan alimento a los microorganismos (edafón). Mediante la descomposición de la materia orgánica a través de la actividad micro y macrobiológica se dinamizan los procesos bioquímicos de la transformación del suelo.

1.3.5. Reducción del lavado de los nutrientes

El abono verde y los cultivos de cobertura fijan los nutrientes fácilmente solubles, evitando su lavado por la escorrentía y la lixiviación y además aumentan la disponibilidad del agua. La presencia de ellos en el suelo reduce la fuerza de las lluvias, aumentando de esta manera la filtración.

1.3.6. Reducción de la evaporación

- El cultivo de cobertura y los abonos verdes da sombra al suelo y reduce la cantidad de agua perdida por evaporación.
- Suprime el crecimiento incontrolado de arvenses o “malas hierbas”.

- La cobertura del suelo afecta la germinación de algunas arvenses y otras son desplazadas por el mejoramiento de la estructura del suelo y su enriquecimiento en nutrientes, lo cual inhibe su crecimiento.
- Aprovechamiento del abono verde y cultivos de cobertura como alimento para humanos y animales.
- Muchos cultivos producen granos u otros tipos de frutos utilizados en la alimentación humana y animal. Algunos tienen follaje utilizable en la alimentación de animales, el cual, al ser pastoreado, permite que los animales aporten estiércol y orina. El guandul (*Cajanus cajan*) puede servir como grano seco para la alimentación de humanos y gallinas, el grano verde se utiliza en la preparación de ensaladas, la producción constante de follaje abona el suelo, por ser leguminosa fija nitrógeno atmosférico y las ramas gruesas se utilizan como leña. (39)

1.4. Desventajas del uso de los abonos verdes

A. Los abonos verdes requerirán para su desarrollo parcelas que el agricultor preferirá utilizar en especies cultivadas. Muchos abonos verdes requieren que para su desarrollo se siembren en parcelas donde no se cultiven otras especies, lo que impide a agricultores de bajos recursos su utilización ante la imposibilidad de dejar "improductivas" alguna (s) de sus parcelas.

B. Los efectos sobre la fertilidad del suelo no se evidencian en el corto plazo, por lo cual se hace necesario comenzar su utilización motivándola entre agricultores con beneficios adicionales de efecto más inmediato.

C. En algunas zonas donde la fertilidad de los suelos es sumamente deficiente no prosperarán bien los abonos verdes. Se requiere estudiar en tal caso, cuáles especies ofrecen mejores posibilidades para su desarrollo en esas condiciones adversas.

D. La forma de su incorporación superficial (antes que incorporar es "depositar") en el suelo, hace que buena parte del Nitrógeno se pierda por volatilización. Se estima que en suelos arenosos las plantas cultivadas aprovecharían entre un 12 y un 25% del nitrógeno total incorporado por el abono verde, mientras que en suelos arcillosos la cantidad de aprovechamiento puede ubicarse entre un 25 y un 50%. (1)

1.5. Inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno

Para su inoculación podemos acudir a productos comerciales o a los nódulos de las raíces de la misma especie de planta a sembrar. Cada planta fijadora tiene su bacteria específica, la de fríjol no funciona con soya, por ejemplo.

La inoculación se puede hacer al suelo o a la semilla. La inoculación al suelo requiere de mayor cantidad de material, por lo que resulta más costoso y más dispendioso. Se practica sobre todo en cultivos establecidos. Cada producto trae las instrucciones respectivas.

Para la inoculación de las semillas con producto comercial se disuelve el inoculante en un poco de agua con las semillas. Se le puede agregar azúcar o goma arábiga como adherente.

Partiendo de los nódulos de raíces de plantas de la misma especie, tomamos el sistema radicular de un número determinado de plantas dependiendo de la cantidad de semilla a tratar. Las plantas de donde se van a tomar sus raíces deben estar en prefloración o inicio de floración.

Se lavan muy bien las raíces con agua limpia y se introducen en un recipiente plástico con leche, al cabo de 1 a 2 horas los nódulos se han desprendido, los que no, los quitamos manualmente. En una taza de loza o mortero lavados previamente con alcohol y luego con agua limpia, echamos los nódulos y un poco de la leche donde se encontraban y los maceramos. Regresamos el macerado al recipiente con leche, agregamos goma arábiga e introducimos la semilla revolviendo muy bien, Después de 5 a 6 horas sacamos la semilla y la colocamos a secar a la sombra, le espolvoreamos un poco de cal o de roca fosfórica y procedemos a sembrar. (35)

1.6. Como aprovechar los abonos verdes

La forma como los abonos verdes sean utilizados en cada sistema de producción depende de muchísimos factores entre ellos la tierra y mano de obra disponibles, el ciclo de los agroecosistemas, las especies que los conforman, los abonos verdes existentes en la zona, entre otros. Como quiera que sea, deben incluirse los abonos verdes dentro de los diseños de los agroecosistemas, para lo cual pueden ofrecerse éstas como algunas de las posibilidades aplicables en el trópico donde el comportamiento pluvial es de tipo bimodal (dos períodos secos y dos períodos lluviosos más o menos bien diferenciados). (1)
Una vez identificada la mejor época para el uso de los cultivos de cobertura/abonos verdes en un sistema específico de cultivo, se selecciona la especie apropiada, teniendo en cuenta:

En el Instituto Biodinámico del Brasil se está empleando el método de Mezclas de plantas para abonos verdes o descanso en barbecho de tipo intensivo, que tiene como principio básico el asociar especies de plantas de varias familias para obtener la mayor diversidad posible. Su finalidad es llegar a un ecosistema que simule el clímax de un bosque, en el cual la complejidad de las relaciones entre los cultivos fijan la estabilidad y la dinámica de las poblaciones.

Utilizan una adecuación del terreno con un arado de cincel. Siembran más o menos 100 kg./ha de semillas, y si el terreno lo permite, después incorporar las semillas con una grada suave. Las semillas utilizadas fueron de gramíneas (26%), leguminosas (62%), girasol e higuerilla (12%). Se utilizan el Maíz, Mucuna, Canavalia, Guandul, Girasol, Crotalaria, Higuerilla, Caupí, Leucaena y Tephosia.

La incorporación se realiza aproximadamente a los 150 días de la siembra, momento de mayor producción de biomasa del policultivo; para una mayor descomposición, la incorporación debe hacerse en un estado anterior a la floración y para una menor descomposición, en un estado posterior. Para la incorporación se utiliza el machete o el rodillo cuchilla. Previamente se recolectan los frutos de maíz y de girasol. (16, 33)

Tabla 7. Mezcla de abonos verdes para la zona tropical

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Kg/ha (en total 107 kg/ha)
Indispensables			
Gramíneas	Zea mays	Maíz (porte alto)	24
Leguminosas	Mucura aterima	Fríjol terciopelo	16
Leguminosas	Canavalia brasiliensis	Canavalia	16
Leguminosas	Dolichos lablab	Fríjol jacinto trepador	12
Leguminosas	Cajanus cajan	Guandul	10
Compuestas	Helianthus annus	Girasol	8
Leguminosas	Crotalaria juncea	Crotalaria, Cascabelito	5
Poligonáceas	Ricinus communis	Higuerilla	5
Leguminosas	Vigna unguiculata	Fríjol catador	4
Gramíneas	Sorghun vulgare	Sorgo	4
Leguminosas	Leucaena leucocephala	Leucaena	2
Leguminosas	Tephrosia candida	Tefrosia	1
Total	Gramíneas		26 %
Total	Leguminosas		62 %
Total	Compuestas, Poligonáceas		12 %
Opcionales			
Leguminosas	Canavalia obtusifolia	Fríjol bravo	8
Leguminosas	Crotalaria ochoroleuca	Crotalaria africana	5
Leguminosas	Calopogonium mucunoides	Calopo	4
Leguminosas	Crotalaria anagyroides	Crotalaria grande	3

Gramíneas	Pennisetum typhoides	Mijo negro	2
Poligonáceas	Fagopyron sagittatum	Trigo sarraceno	2
Cucurbitáceas	Cucúrbita moschata	Ahuyama	0.5

Fuente: Experiencias realizadas en Brasil por René Piamonte, 1994.

Tabla 8. Características de algunos abonos verdes

Nombres Comunes	Nombre científico	Hábito crecimiento	Resistencia a sequías	Capacidad competir plantas invasoras	Valor como forraje	Consumo humano
fríjol terciopelo, fríjol de abono, nescafé, frijol ater-ciopelado, café incasa.	Mucuna pruriens, M. preta, Styzolo-bium deringgia-num	trepadora, dura 12 meses, muere después producir semillas.	mediana, prefiere las lluvias bien distribuidas.	alta	ingerido favorable/. por vacas, cabras, cerdos y conejos.	como frijol frito, cocido y mezclado con masa: tortillas; grano tostado y molido para café.
fríjol espada, canavalia, frijolón.	Canavalia Ensiformis Canavalia gladiada	algunas en-redaderas, otras rastreras (de suelo)	altamente resistente, aguanta 5-6 meses en estación seca arriba 600 msnm.	buena	bueno	Vainas tiernas, se-millas secas preparada en forma especial.
caupí, fríjol de castilla, chícharo de vaca, frijol. de cuerno.	Vigna unguiculata, Vigna Sinensis	trepadora o rastrera	alta/. resistente a sequía y calor	buena	algunos animales se lo comen	semillas secas, vainas verdes
vicia, algarrobilla, veza común, veza velluda	Vicia sativa, V. villosa, V. Dasycarpa	Enredadera	Baja	muy buena	buen forraje, mezclado con avena alimenta cabras, conejos, vaca	no se consume.
Haba	Vicia faba	crece Erecto	No es resistente.	baja	no es recomendable:	semilla verde o seca

					planta no retoña	
trébol, clover	Trifolium spp.	crecim. vigoroso hasta 46 cm. altura	no es reistente.	moderada	responde a corte cuando la planta tiene: 36 y 46 cm retoñando después.	no se consume.
guandul, fríjol de palo, lenteja	Cajanus Cajan	arbusto	relativa mente alta	mediana	vacas,ovej as cabras, conejos: se comen hojas verdes y parte suave de la planta.	se consume la semilla verde o seca.
chipilin, cascabelito frijolito, garbancillo	Crotalaria juncea, C. breviflora, C. ochoroleu ca.	erecto, con tallos fibrosos (leñosos)	mediana	buena, alcanza hasta 2 m. altura dando mucha sombra.	no se recomiend a, puede ser tóxico	En Guatemala: cocido en los tamalitos o en las sopas.

Fuente: René Piamonte, 1996.

Tabla 9. Producción de materia seca de un grupo de leguminosas utilizadas como abonos verdes

LEGUMINOSAS	PRODUCCIÓN (KG/HA)
Crotalarea juncea	10.533
Canavalia ensiforme	7.700
Styzolobium deeringianum	6.392
Cajanus cajan	5.627
Dolichos lablab	4.667
Sesbanis aculeata	2.192
Stylobium niveum	1.358
Crotalaria grationa	477

Fuente: Gómez, 1998

Tabla 10. Efecto de la incorporación de abonos verdes sobre el rendimiento del maíz

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO DE MAÍZ EN MAZORCA (TON/HA)	INCREMENTO (TON/HA)	PORCENTAJE TESTIGO (TON/HA)
Testigo	2.12	-	100
Soya	2.85	0.73 +	134
Mucura negra	2.66	0.54+	125
Mucura blanca	3.19	0.007++	150
Fríjol de puerco	2.21	0.09	104

Fuente: Guía Técnica, 1996

1.7. Cultivos de cobertura (mulch)

En la naturaleza, la tierra nunca está desnuda; una tierra desnuda expresa su enfermedad y va muriendo progresivamente. Se puede observar que las tierras que han quedado desnudas, por acción del fuego, los arados u otras causas son rápidamente recubiertas con adventicias, como si quisiera protegerse. Si esto no ocurre puede ser consecuencia de condiciones climáticas o que ese suelo está enfermo y muriéndose.

Los abonos verdes y los cultivos de cobertura pueden considerarse como un compostaje en superficie, el cual consiste en dejar que las materias orgánicas se descompongan sobre la superficie del suelo, en capas delgadas. Así, se reproduce el proceso natural que se realiza en los bosques, donde las hojas de los árboles se descomponen sobre el suelo y forman el humus característico del bosque. Se ha demostrado que el suelo se aprovecha al máximo de la vida microbiana de las materias orgánicas en descomposición cuando esta transformación ocurre sobre el mismo suelo. Por ser un compostaje de superficie debe conservar su estado altamente aeróbico, fragmentándose con el machete o rodillo cuchilla para permitir una mayor humectación y un mejor trabajo de los microorganismos. Siempre que se prepare un terreno con abonos verdes y cultivos de cobertura debe esperarse la siembra del cultivo unos 3 a 4 días para que disminuya el calor de la fermentación inicial. La práctica de la cobertura o del mulch consiste en cubrir el suelo alrededor de las plantas cultivadas, pudiendo emplearse diversos materiales como rastrojos de cultivos anteriores, follajes de árboles, abonos verdes secos, los cuales pueden emplearse apenas las plantas hayan emergido del suelo. A medida que la actividad biológica haya transformado el material que colocamos inicialmente, se adiciona más material. Debe evitarse capas muy gruesas para evitar la anaerobiósis (falta de oxígeno), lo cual alteraría la vida de las bacterias y la microfauna, provocando enfermedades en las plantas. Cada agricultor debe experimentar con los materiales a su alcance. (7)

CAPITULO 2

EL COMPOST



"Somos los herederos de la tierra,
y a tierra rica herederos ricos,
pero a tierras pobres y enfermas,
herederos en la miseria."
Jean Marie Roger

2.1. Introducción

En las condiciones del trópico húmedo debe fomentarse un manejo del suelo con vocación agropecuaria basado en la protección permanente con cultivos de cobertura, abonos verdes, cultivos anuales, perennes, intercalación de árboles, arbustos, cultivos bajos y altos entrelazados y coberturas muertas con restos de cultivos. Esto hace que haya un máximo depósito de hojas, ramas y demás material vegetal muerto que se va descomponiendo lentamente y sobre el cual cae permanentemente más material vegetal.

La palabra compost proviene del latín y significa "puesto junto" y básicamente significa el proceso a través del cual se obtiene un fertilizante en forma de humus, mediante la descomposición bioquímica de los desechos orgánicos.

El compost bien maduro aporta al suelo elementos nutritivos y de humus estable, que mejoran la capacidad de retención de la humedad y favorecen, el drenaje y la aireación. El compost no aporta solamente materia orgánica al suelo, lo vivifica, y estimula la proliferación de los microorganismos "útiles" que elaboran los antibióticos, las auxinas y otras sustancias bióticas. (6)

2.2. Condiciones para el compostaje

Para un adecuado compostaje deben tenerse en cuenta algunas condiciones:

2.2.1. Aireación

El proceso de descomposición de la materia orgánica y su transformación en humus es realizada por los microorganismos aeróbicos que requieren oxígeno para su actividad. La aireación depende de factores como el tamaño de la pila de compost, el tamaño de las partículas que la conforman, el tipo de material y la humedad que contiene. En general la pila no debe hacerse más alta de 1,2 metros X 1,5 metros de ancho; se prefiere sí hacerlas alargadas, de modo que el oxígeno circule con mayor facilidad. El material debería triturarse para facilitar su descomposición, las partículas deberían tener un tamaño de 1 a 5 centímetros.

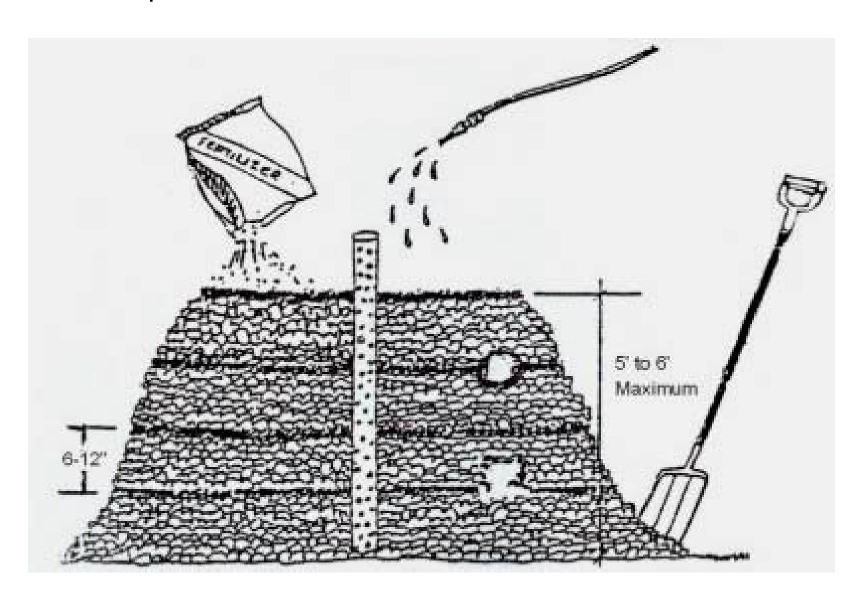


Figura 17. Vista lateral de la forma de una pila de compost. Obsérvese el tubo respiratorio en el centro de la pila.

Para favorecer la aireación debe voltearse el compost, aunque, con prácticas adecuadas de aireación al momento de construir la pila, como por ejemplo adicionar suficiente cantidad de material vegetal y la ubicación estratégica de

postes aireadores, puede reducirse el número de volteos y con ello ahorrar mano de obra en la elaboración del abono.

2.2.2. humedad

Debe regularse la humedad para evitar la fermentación anaeróbica que produce como resultado sustancias tóxicas a los microorganismos y las plantas. La humedad debe mantenerse entre un 40 y 60%; una forma práctica de determinar su contenido adecuado es empuñando un poco del material; éste no debe producir gotas de escurrimiento entre los dedos y al abrir la mano debe conservar su forma de terrón sin desmoronarse. la humedad excesiva debe manejarse con volteos a la pila y evitando el exceso de agua lluvia; en lo posible deben hacerse las pilas bajo techo para controlar mejor los niveles de humedad; debe evitarse la inundación del sitio de compostaje.

2.2.3. Temperatura

Como resultado de su actividad, los microorganismos aeróbicos desprenden CO2, agua en forma de vapor y energía en forma de calor. La temperatura depende de una adecuada humedad y aireación y varía de acuerdo a la fase de descomposición en que se encuentre la pila. La temperatura máxima ideal es de 60 grados centígrados; a esta temperatura se causa la muerte a muchos microorganismos patógenos y semillas de plantas espontáneas; temperaturas por encima de 60 grados pueden producir la muerte de muchos aerobios descomponedores y por lo tanto, deben evitarse haciendo volteos y/o humedeciendo la pila.

2.2.4. Ph

El rango ideal para la actividad de los microorganismos aeróbicos está entre 6.5 - 8; la producción de ácidos orgánicos en el proceso de descomposición puede rebajar un poco el pH y por esta razón se recomienda la adición de fuentes cálcicas a la pila para asegurar un pH adecuado, teniendo en cuenta no exceder las cantidades para que éste no resulte dañino a los microorganismos.

2.2.5. La relación C/N

La materia orgánica está constituida por sustancias como azúcares, almidones, proteínas, celulosa, hemicelulosa, lignina, etc., éstas a su vez están químicamente formadas por cadenas de carbono (C) de longitud y peso variables, siendo los azúcares los de menor longitud y peso, y las ligninas los de mayor valor. Mientras menor sea el tamaño de la cadena de C, mayor es la facilidad para su descomposición; contrariamente, materia orgánica con contenidos altos de C (celulosa y ligninas) son de lenta y demorada descomposición (partes leñosas de

las plantas por ejemplo). Los microorganismos hidrolizan estas cadenas de C para dividirlas y liberar los nutrientes, para lo cual requieren nitrógeno (N); los requerimientos de N varían para cada especie de microorganismo pero en general se requiere 1 parte de N por cada 30 partes de C que tengan que ser hidrolizados.

La condición química del material determina la relación C/N y por lo tanto la velocidad de su descomposición. La relación ideal entre el C y el N para cualquier material orgánico, o mezcla de éstos, se ubica entre 26 y 35 ; ('.. índices de esta naturaleza son indicadores de una rápida y eficiente descomposición. Cuando el valor es más alto la velocidad de descomposición es lenta; cuando el valor está por debajo de 25, se pierde N por volatilización (en forma de NH_3). (16)

Tabla 11. Composición de algunos materiales orgánicos

MATERIAL	NITRÓGENO (% de materia seca)	RELACIÓN C/N
Orines	15-18	0.8
Sangre	10-14	3.0
Bovinaza	1.7	18
Gallinaza	6.3	15
Porquinaza	3.8	38
Equinaza	2.3	25
Cortes de prado	3-6	12-15
Tamo de trigo	0.3-0.5	128-150
Viruta de madera	0.1	200-500

Fuente: Abonos orgánicos, ASCAM (1999)

2.3. Componentes del compost

2.3.1. Material vegetal

Debe haber un gran contenido de materia orgánica en los materiales brutos destinados al compostaje. Lo tejidos de las partes vegetales endurecidas, o los tejidos de las plantas viejas tienen sobre todo compuestos carbonados tales como la celulosa y la lignina, que forman las fibras en la madera, pero contienen muy poco nitrógeno y agua.

Estos descomponen lentamente y además deben ser completados. La materia verde joven contiene más agua, nitrógeno y aporta gran variedad de compuestos orgánicos y esto facilita el que se descomponga más rápidamente que los tejidos vegetales viejos. Además de su grado de madurez, el valor de los materiales vegetales para el compostaje depende sobre todo de la proporción de los compuestos carbonados y del nitrógeno, según la relación carbono-nitrógeno que contengan.

En la siguiente lista, se relacionan los materiales de mayor a menor dureza (más lentos en su descomposición y con bajo contenido de nitrógeno los primeros y más ricos y que fermentan más rápidamente los últimos):

- Virutas de madera
- Aserrín de madera
- Papel
- Salvado de arroz
- Zuros o tusas de maíz
- Paja
- Mulch viejo
- Heno viejo
- Hojas muertas
- Vegetales segados
- Malas hierbas verdes
- Césped segado
- Hojas de hortalizas
- Restos de cosechas

2.3.2. El estiércol

Los diferentes estiércoles, de vacuno, de bovino, de cerdo, de aves y de otros animales domésticos pueden ser compostados sin que sea necesario añadir otros materiales. Pero puede ser conveniente mezclar el estiércol con los restos vegetales mencionados arriba, ya que aportarán un complemento en materia orgánica, nitrógeno, secreciones digestivas, etc. Las deyecciones animales en estado puro o mezcladas con los líquidos no convienen al compost y deben ser mezcladas con las camas. El estiércol deshidratado, que se encuentra en el comercio constituye un complemento de gran valor para los compost del huerto. Se puede mezclar tal cual, según la humedad de los otros materiales, o puede ser necesario añadir agua. (19)

Tabla 12. Aporte de estiércol por animal

AMIMAL	ESTIERCOL (Ton / año)
Caballo	10
Bovino de engorde	16
Vaca lechera	6
Oveja	6
Cerdo	1.5
Gallina ponedora	0.07

Fuente: Abonos orgánicos, ASCAM. 1999

Tabla 13. Composición de estiércoles sólidos y líquidos de animales adultos (%)

Origen	Avícola	Bovino		Equino		Porcino		Caprino	
Elemento	**Sólido**	**Sólido**	**Líquido**	**Sólido**	**Líquido**	**Sólido**	**Líquido**	**Sólido**	**Líquido**
Nitrógeno	1.0	0.32	0.96	0.52	1.2	0.06	0.37	0.65	1.68
Calcio	-	0.34	-	0.15	0.4	0.09	-	0.46	0.1
Fósforo	0.8	0.21	0.03	0.3	-	0.46	0.12	0.46	0.03
Potasio	0.4	0.16	0.95	0.24	1.5	0.44	1.0	0.23	2.1

Fuente: Primavesí, 1987.

Nota. La composición química varía de acuerdo con la alimentación recibida por el animal. (38)

2.3.3. La tierra

El compost de proveniente de las malas hierbas contienen normalmente una cierta cantidad de tierra. En la mezcla total, 2 a 5 % de tierra añadida al estiércol, las hojas, la cama de animales, la corteza o a otros materiales que sirvan para hacer el compost, mejora considerablemente la fermentación. Lo mejor es tomar tierra de la superficie del suelo, rico en vida microbiana. Esta microflora refuerza el efecto benéfico del suelo sobre los procesos de compostaje.

2.4. Tratamiento biodinámico del compost

Con la finalidad de aumentar el efecto de los estiércoles, de los compost o del purín sobre las plantas y el suelo, se administran a los agricultores que hacen este tipo de cultivo, distintos preparados, los cuales están fabricados a partir de plantas muy conocidas, como son: Diente de león, manzanilla, ortiga picante, la aquilia milflora, la valeriana, y a partir de corteza de roble. Aquellos que tratan sus composts de esta manera pueden afirmar que sus productos tienen un gusto excelente, un valor nutritivo elevado y una facultad de conservación remarcable. Saben también que sus cosechas son especialmente resistentes a los parásitos.

2.5. Formas de compostaje

Los principales tipos de compost experimentados y sus procedimientos son:

2.5.1. Indore modificado

1. Reunir todos los materiales orgánicos disponibles.
2. Ubicar un sitio que no se encharque y tenga algún sombrío.

3. Depositar ordenadamente los materiales comenzando por una base de hojarascas.
4. Agregar una capa de estiércol y una capa de una mezcla entre cal y roca fosfórica o ceniza vegetal.
5. Puede agregarse una fuente líquida de microorganismos sobre cada capa de estiércol o material vegetal.
6. Tapar la compostera con abundante hojarasca cuando tenga unos 120 centímetros de altura.
7. Voltear la compostera cada mes, hasta su descomposición plena.

La mezcla de cal agrícola y roca fosfórica se prepara en relación 1 : 4 (una parte de cal por cuatro de roca fosfórica). La Roca cumple la función de enriquecer con fósforo el compost, dado que es el elemento más limitante en los suelos tropicales. Puede reemplazarse esta mezcla mineral por la ceniza vegetal.

Requiere de dos a tres voltedas durante dos a tres meses que dura su preparación. Se aplica al suelo superficialmente cuando hubiera obtenido su temperatura normal, tenga apariencia de tierra y olor a bosque; debe tenerse en cuenta dejar el abono cubierto con hojarasca tanto para su almacenamiento como una vez aplicado al suelo.

Se recomienda su uso en todo tipo de cultivo y suelo, siendo más práctica su utilización en el abonamiento de huertos orgánicos familiares intensivos y en cultivos de frutales, donde la oferta puede llegar a 15 ó 20 kilos de compost por árbol adulto y por año en unas tres aplicaciones. Las dosis de aplicación están en relación directa con los contenidos de materia orgánica del suelo.

2.5.2. Compost de estiércol de cama

Estiércol fresco de bovinos o porcinos tiene altos contenidos de humedad; por lo tanto se recomienda dejarlos disecar un poco en el establo o porqueriza antes de compostarlos, con eso los animales hacen también un primer trabajo de trituración con sus pezuñas. Material de establo o porqueriza demasiado viejo, ya ha perdido gran cantidad de nitrógeno por volatilización por lo cual se recomienda no retardar demasiado su compostación.

El estiércol de cama ya disecado y muchas veces mezclado con cascarillas o aserrines y enriquecido con los orines de los mismos animales, se convierte en un excelente material para compostaje rápido, ya que puede controlarse más la humedad para acelerar el proceso; se elabora así:
A. Reunir los materiales:

- 2 carretilladas de estiércol de cama disecado
- 2 carretilladas de cascarilla de arroz, maní o aserrín de madera,
- 1carretillada de compost maduro.

B. Mezclar homogéneamente todos los materiales agregando agua hasta alcanzar el nivel adecuado según la prueba del puño. Disolver en el agua pequeñas cantidades de fuentes de microorganismos como el revitalizador de suelos o levadura. Pueden gastarse entre 80 -100 litros de agua si los materiales están demasiado secos.

C. Cubrir con un plástico, si está a la intemperie o con una capa gruesa de hojarasca, si está bajo techo.

D. Voltear la pila cada cinco días.

E. Cosechar y usar cuando esté a temperatura normal, más o menos a los 20 días de su preparación. Se prefiere el material de cama de gallinaza y ovinaza por ser más ricos en nutrientes.

2.5.3. Compost de superficie (acolchonamiento) u hojarasca

Una de las prácticas más importantes tendientes a la protección del suelo es su acolchonamiento. Consiste en cubrir el suelo con una capa gruesa de cualquier material orgánico. Tiene las siguientes ventajas:

- Protege al suelo del efecto directo de los rayos solares, la lluvia y los vientos.
- Provee nutrientes de manera lenta y permanente, ya que el material de cobertura sufre un proceso lento de descomposición.
- Controla la proliferación de hierbas espontáneas.
- Mantiene la temperatura regulada y también evita pérdidas aceleradas de humedad.
- Estimula la vida de microorganismos y microfauna al proveer condiciones óptimas para su desarrollo. Puede hacerse de diversas formas:

1. Utilizando residuos de cosecha, hierbas provenientes del desyerbe o desechos domésticos: los tamos o todo resto vegetal debe ser esparcido sobre el suelo a modo de colchón.

2. Incorporando material verde que se siembra para ese fin. El material cortado (y ojalá picado) puede acomodarse en las calles, dejando los surcos libres para la siembra.

3. Adicionar estiércol fresco sobre el suelo: aunque lo más recomendable es someterlo a procesos de compostación (para evitar pérdidas de nitrógeno por volatilización y/o no alterar la temperatura del suelo).

4. Adicionar al suelo material vegetal proveniente de podas de árboles sembrados para tal fin (cultivos agroforestales en callejones).

Estos materiales tienen la característica, en general, de poseer índices de C/N altos, lo que hace que la descomposición sea muy lenta y no se originen temperaturas muy altas en la fase de compostación.

Se prepara mezclando homogéneamente el material, adicionando alguna fuente mineral y de microorganismos como las sugeridas en el compost 1tipo Indore. Especial importancia tiene este material como compost de superficie en cultivos de hortalizas. Debe tenerse precaución con estructuras reproductivas de las plantas espontáneas (semillas o material vegetal) que en este proceso de descomposición no se degradan y pueda el compost constituirse en vehículo de material para infestar lotes cultivados con esta hierbas indeseables: como el coquito *(Cyperus rotundus)* y lengua de vaca.

Los eucomicetos del mantillo pueden potenciarse adicionando cualquier harina o salvado o mogolla, en proporción del orden del 0.5 al 1 % (½ a un kg. de salvado por 100 kg. de compost). Desde luego, buscar el salvado, mogolla o harina más baratos.

Los compost aplicados al campo debe quedar cubiertos bajo coberturas vivas o bajo coberturas muertas pues los rayos solares son letales a los microbios. (35)

2.6. Manejo del compost

2.6.1. Tamaño de las pilas

Se da al montón de compost una forma alargada. Su sección transversal debe ser triangular o trapezoide. Sus dimensiones son las siguientes: 1 a 1,80 metros de alto, 2 a 3 metros de ancho en la base, de 0,50 a 1 metro en la cumbre y la longitud deseada. Estas dimensiones son las más apropiadas en la medida en que tiene lugar la descomposición biológica, la pila pierde volumen, hasta llegar a ser del 40 al 80 % de su tamaño inicial.

Se obtiene una fermentación óptima con una mezcla muy homogénea que no contenga ni trozos grandes, ni zonas secas, demasiado esponjosas o compactas. Se recubre todo con una delgada capa de tierra, paja o cama de ganado, con el fin de preservar la capa externa del desecamiento o de una humidificación demasiado fuerte por la lluvia. Un compost cubierto convenientemente no se daña en general, por acción de la intemperie.

2.6.2. Ubicación del compost

En una granja, se buscará una zona de compostaje permanente, en un sitio fácil y en cualquier momento, accesible para los vehículos. A menudo, también se hace el montón en la proximidad de los campos a los que está destinado. En el huerto, se reserva un pequeño rincón para el montón de compost.

El emplazamiento del compost debe estar bien drenado. Y en la medida de lo posible, el terreno elegido debe estar en una ligera pendiente. Los lugares húmedos o de agua estancada no permiten una buena fermentación.

Es esencial que los árboles o matorrales proporcionen un poco de sombra. La distancia entre los troncos de los árboles más gruesos y el montón de compost, no debe ser inferior a dos metros. Si se hace siempre el compost en un mismo sitio donde siempre haya un poco de sombra y nunca un desecamiento excesivo, las lombrices quedan en el suelo e invaden los nuevos montones. Los nuevos emplazamientos pueden ser inoculados colocando algunos sacos de compost bien maduro que provenga de montones precedentes.

2.6.3. Evaluación del compost terminado

Durante la fermentación, la paja o los otros materiales se degradan y la estructura fibrosa del resto de residuos vegetales, se transforma progresivamente en una masa más o menos fina, granulosa, esponjosa y que se desmenuza con facilidad. Una observación minuciosa muestra que una gran parte de ella está formada por rodetes de lombrices y de excrementos de otros pequeños animales. El color pasa del gris o del castaño claro al castaño oscuro. El compost maduro tiene un olor agradable. (36)

2.6.4. Pruebas de verificación

- Reducción del volumen de la pila o montón: Volumen final = 1/3 del volumen inicial.
- Cambio en la coloración. Paso en húmedo de un color cenizo sin brillo a un oscuro brillante hasta alcanzar un negro intenso al convertirse finalmente en humus.
- Cambio en el olor. De un olor penetrante y desagradable se pasa a un olor agradable a tierra mojada.
- Cambio en la textura. Se experimenta cuando al apretar un poco de humus en la mano se siente seco; en el inicio del proceso el material era de consistencia húmeda.

Tabla 14. Prueba de la vara de madera

SI LA VARA ESTA	ENTONCES	POR
Fría y mojada	No está ocurriendo la fermentación	Exceso de agua
Ligeramente tibia y seca con filamentos blancos.	Retraso en la fermenta-	Falta de agua.
Caliente, húmeda y manchada de pardo oscuro.	TODO VA BIEN.	BUEN MANEJO.
Libre de barro negro, con olor mohoso y fácil de ser reintroducida en la pila.	Pronto se podrá utilizar el compost.	Proceso correcto.

Fuente: Lee, 1999.

2.6.5. Dosis a aplicar

En el huerto, se mezcla el compost generalmente con la capa superficial del suelo, hasta 5 o 10 cm de profundidad, o se le pone en las líneas preparadas para la siembra y en los agujeros de repicar.

El compost de residuos poco fermentado y los materiales análogos empleados para la regeneración de las tierras y la lucha contra la erosión pueden aplicarse en forma de una delgada capa de 1 a 5 cm, lo que supone de 80 a 150 Tm/Ha.

Los compost maduros destinados al mejoramiento del suelo, por ejemplo en las tierras degradadas, serán enterrados entre los 5 y 10 cm superficiales a una dosis de 35 a 70 tn./Ha.

En la granja, es suficiente emplear 14 a 35Tm de compost por Ha según los cultivos. En un suelo bien trabajado, removido frecuentemente, aplicaciones moderadas, pero repartidas son más eficaces que grandes dosis repartidas a intervalos largos de tiempo. Si hay que reconstruir un suelo erosionado, aportar tanto compost como se pueda.

2.7. Beneficios del compost

El compost contribuye a hacer disponibles los elementos nutritivos presentes en el suelo. Incrementa la eficacia de los elementos nutritivos adicionales. Las carencias en oligoelementos aparecen raramente en los suelos fertilizados con compost. El aporte de compost mulle el suelo y facilita los trabajos. Mejora la

riqueza, la capacidad de retención de la humedad, el drenaje y la aireación del suelo. Contribuye a impedir la erosión y a procurar los antibióticos y los otros factores que protegen las plantas o estimulan su crecimiento.

Tabla 15. Compost de pulpa de café, Vereda El Cedral, Municipio de Pácora, Caldas.

Materia-les	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% S	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	Cu ppm	B ppm
Pulpa de café	1.57	0.6	3.7	0.8	0.3	0.2	1058	172	31	105	24
Tallos de plátano		0.63	10.8								
Hojas de plátano		0.15	2.9	0.16	0.2	0.14	25	12	15	5	
Confery	0.77	0.29	0.92								
Total	2.34	1.67	18.32	0.96	0.5	0.34	1083	184	46	110	24

Fuente: Gómez, 1998

2.8. Compost de bovinaza

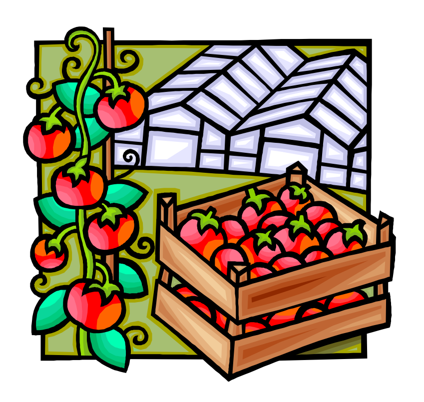
- Capa: 100 kgs de aserrín.
- Capa: 500 Kgs de boñiga.
- Capa: 200 Kgs de maleza (pasto de corte).
- Capa: 50 Kgs de aserrín.
- Capa: 100 Kgs de boñiga.
- Capa: 50 kgs de maleza.

NOTA: se mezcla y se voltea inmediato y se le aplica 3 litros de bacterias por 7 litros de agua y se riega con bomba.

Se le aplica un kilo de melaza diluido en 5 litros de agua y se aplica después de las bacterias. Se voltea 3 veces semanales (lunes y jueves).
Se tapa con plástico y se controla la humedad.
El material Compost pierde un 30% en su transformación.
En zona ganaderas sale este material en 19 días.
A los 19 días se le aplica 100 Kgs de Roca Fosfórica.
Las arvenses deben ser picadas lo más pequeño que se pueda.(38)

CAPITULO 3

LA LOMBRICULTURA



"El undécimo mandamiento:
heredarás tu santa tierra como su fiel sirviente,
conservando de generación en generación
sus recursos y su productividad".
Anónimo

3.1. Introducción

Son indeterminadas las cantidades de desechos orgánicos que a diario se producen, y se pierden o se disponen en forma de elementos contaminantes en todos los sectores en donde se vincula la mano del hombre (Agropecuarios, urbanos y domésticos). La mejor alternativa para el aprovechamiento de estos materiales orgánicos es la lombricultura, que genera humus a partir de la transformación de esos desechos.

La lombriz en general, fue denominada por el filósofo Griego Aristóteles, como los Intestinos de la tierra. La lombriz de tierra es una fábrica de vida, la cual es capaz de recuperar los suelos deteriorados por las actividades productivas de el campo. De la gran cantidad de lombrices existentes, más de 8 mil especies, se ha desarrollado la crianza de la Lombriz Roja Californiana *(Eisenia foetida)*, como la de más fácil adaptación, la menos exigente y la de mayor capacidad de producción, quien además presenta las siguientes características:

- Clasificada en el reino animal como Anélido terrestre.
- Su trabajo principal es acelerar la descomposición del material orgánico. El trabajo de años, lo hace en meses.
- Vive en ambientes húmedos, huye de la luz y se nutre de desechos orgánicos en vía de descomposición.
- Es un excelente recuperador de suelos. Es el arado o el intestino de la tierra, escava, proporciona porosidad por medio de galerías: oxigena y da permeabilidad al suelo. (10)

3.2. Reproducción

Las lombrices son hermafroditas. Poseen los dos sexos, pero para poder reproducirse, requieren de la presencia de otra lombriz, las cuales al acoplarse quedan fecundadas y cada una produce un huevo o cápsula. La lombrIz es capaz de fecundarse cada semana.

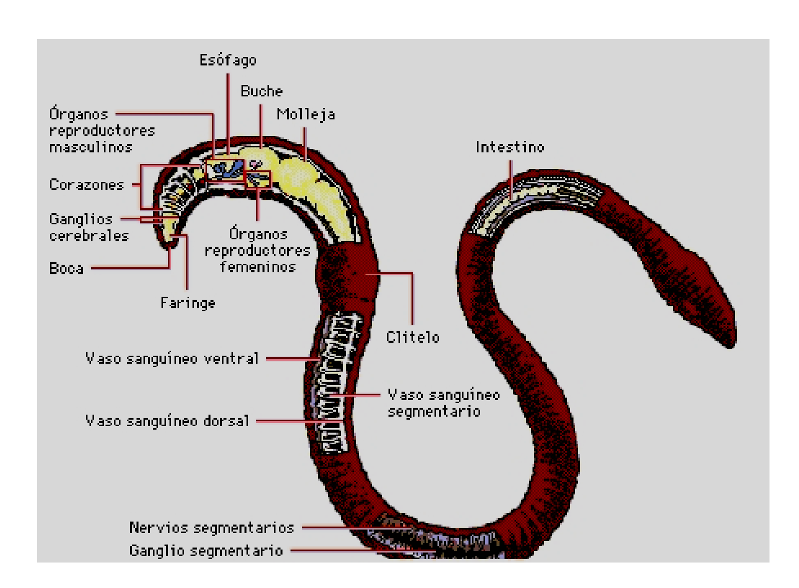


Figura 18. Composición anatómica de la lombriz roja californiana (http://www.agroforestalsanremo.com/lombricultivos.htm)

Entre los 18 y los 21 días revientan los huevos o cápsulas si la temperatura y la humedad son las adecuadas. Cada huevo contiene de 5 a 20 lombricitas. El huevo que mide de 3-4 milímetros de diámetro, es de color amarillo claro en estado

fresco y a medida que pasan los días va cambiando a color marrón oscuro hasta eclosionar o reventar. La lombriz puede producir alrededor de 1500 lombrices en un año en sus 5 generaciones.

La lombriz es adulta a partir de los 60-90 días según el ambiente; después de haber nacido mide 3 cm de largo y alcanza su máximo tamaño a los 7 meses, entre 8-10 cm de largo, y puede llegar a vivir hasta los 16 anos de edad. Un cultivo normalmente se duplica cada 3 meses, es decir, 16 veces en un año, 256 en dos años y 4096 veces en tres anos. (10)

3.3. Manejo

La lombriz requiere de tres elementos básicos para su supervivencia: alimento, humedad y temperatura. Un cultivo se inicia con 10 kilogramos de lombrices por metro cuadrado. Esta especie está en capacidad de aguantar cautiverio. Esta es la gran diferencia con la lombriz común que se dispersa con gran facilidad.

En un metro cuadrado se pueden tener hasta 50.000 lombrices, y en un kilo de lombriz pura hay alrededor de 1500 lombrices. 200 mil lombrices producen en el año entre 30 y 50 toneladas de humus o lombricompuesto.

La mejor temperatura para la cría de las lombrices está entre los 18 y los 24 grados centígrados.

Para determinar la aceptación del alimento se procede a realizar la prueba de la cama, la cual consiste en introducir 100 lombrices en una cantidad del nuevo alimento, si al cabo de 24 horas no han sobrevivido, o no están trabajando, este alimento no es de buena aceptación. (10)

3.4. Factores que afectan a la lombriz roja

La humedad promedia se debe encontrar entre el 60 y el 80%. Una humedad superior o inferior las hace ir. La sequedad las mata o huyen a otro medio. El alimento debe permanecer siempre remojado, no seco. La lombriz para comer chupa, no tiene dientes.

Para medir la humedad de un sustrato, tome un puñado del alimento, hágale presión con los dedos. Si salen gotas de agua entre los mismos, indica exceso de humedad y si queda una masa compacta, es porque tiene la humedad necesaria, si inmediatamente se deshace, le falta agua. El alimento si se requiere se debe humedecer en la pila antes de suministrarlo, no dentro de la cama. Luego del examen de humedad, riegue con agua de dos a tres veces por semana la cama si se requiere. Mucho cuidado al hacer el riego con manguera sin control, hay

sistemas sencillos y económicos para poner riego por aspersión, en casos de mucho sol o vientos fuertes.

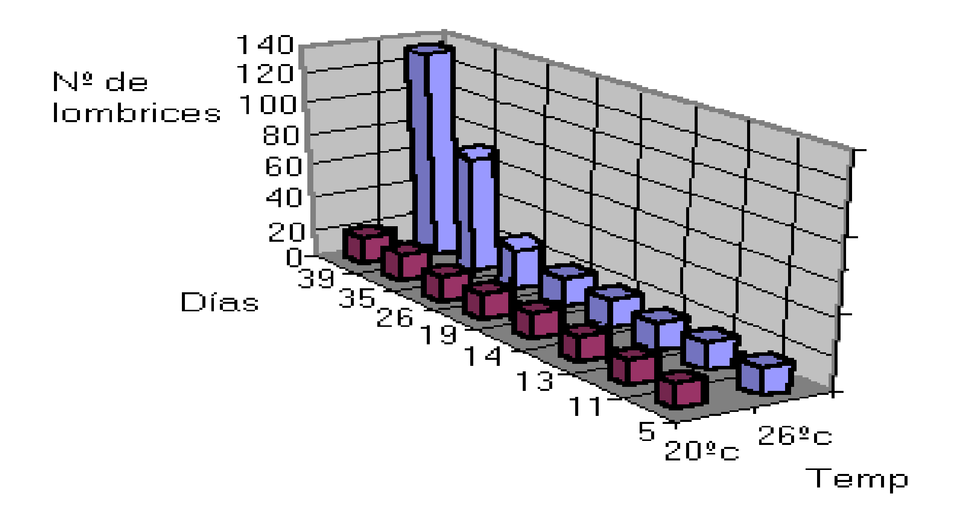


Figura 19. Influencia de la temperatura en la producción de semillas.

Para evitar que se seque el sustrato en el lecho, colocar encima del mismo una buena cantidad de rastrojo, costales de fibra y/o cabuya, los cuales se retirarán al momento de suministrar el alimento. Se le puede agregar azúcar, melaza o el mucílago del café para aumentar la digestibilidad de los alimentos. Son fuente de energía, la cual es necesaria para los procesos de movimiento, reproducción y crecimiento.

Huyen de la luz. En presencia de ella se profundizan, en horas nocturnas suben a la superficie y en la madrugada descienden de nuevo. El PH de la cama debe ser neutro (6.8 y 7.2). Si está muy alto agréguele papel periódico picado y si está muy bajo se le adiciona cal y se mezcla con el alimento. La lombriz tiene la capacidad de cambiar el PH de los sustratos por medio de sus glándulas calcígeras.

Cuando hay mucho calor dentro del lecho es porque se ha adicionado mucho alimento o porque éste está muy seco. Controle este problema adicionando siempre cantidades pequeñas de alimento, máximo 10 cm. de grosor y si perdura, adicione agua y voltee el alimento. Es falsa la creencia de que las lombrices secan las plantas porque se comen las raíces. Las lombrices no tienen dientes. Cuando se tienen lombrices en un matero y no se adiciona alimento orgánico se presenta este secamiento.

Una lombriz adulta se come en un día la misma cantidad de lo que pesa y produce la mitad de lo consumido en humus o abono, es decir, un kilo de lombrices se comen diario un kilo de alimento y eliminan una libra de humus. (21)

Tabla 16. Preparación del alimento para las lombrices

FUENTE	DIAS DE DESCOMPOSICION
CONEJO	2
VACA	5
CABRA	5
CABALLO	5
PORCINOS	7
GALLINAS	15

Fuente: C.C.I., 1999.

En las explotaciones agropecuarias permanentemente se producen una serie de sustratos o alimentos de origen vegetal, animal o residuos orgánicos industriales, mal llamados desechos:

3.5. Componentes

3.5.1. Residuos vegetales

Pulpa, mucílago, plátano (tronco, bellota, hojas, raquis, dedos), frutas, residuos de cosecha (fríjol, maíz), de carta (bagazo, bagacillo, hojas, cachaza), de pastos(sobrados de canoa), rastrojo, hojarasca, de yuca (tronco, hojas, pabilos, cáscaras), hortalizas, entre otras. Los residuos de aserríos (viruta y aserrín), contienen toxinas que reducen la reproducción y afectan a las lombrices.

3.5.2. Residuos de animales

Porquinaza, cagajón, boñiga, gallinaza, conejaza, caprinaza, humana, de perros, de matadero (huesos, suero, pieles, sangre, contenido ruminal). Tener cuidado con animales vermifugados.

3.5.3. Residuos industriales

Papel (bolsas, periódico, higiénico, de oficina), cartón, ropa de algodón y de seda, sobrados de cocina. Lo que no sea reciclable y que esté contaminado con residuos orgánicos.

Los alimentos de origen vegetal, se pueden suministrar en el mismo momento de su recolección, en capas delgadas de 10 cm. de grosor y que el material esté picado, recuerde que la lombriz escasamente mide 10 cm. de tamaño. El material

de origen animal en capas máximas de 5 cm. El suministro se hace cada 2 -3 días, en franjas, o sobre la mitad del lecho, y para la próxima vez, sobre el espacio siguiente. Es recomendable no alimentar sobre la totalidad de la cama y hacer mezclas de un 60% de origen animal y el resto con material de origen vegetal.

Por cada kilogramo de café pergamino seco vendido, debe quedar 2,5 kilos de pulpa. Cada explotación debe originar un estimativo de producción: kilos de boñiga, de cagajón, es decir kilos de cada uno de los desechos, para definir así el tamaño del lombricultivo, la cantidad de lombrices a utilizar y su producción final. (25)

3.6. Preparación de las eras o camas

1. Una cama fácil de manejar, se hace con las siguientes medidas: 150 centímetros de ancho (1.50 mts) y de la longitud que se pueda alcanzar, según el terreno, de 2 a 15 metros como máximo de largo.

2. La altura de las paredes: a mayor profundidad del lecho mejor calidad del humus y mayor población. Cómo mínimo tener profundidades de: 40 cm. en clima cálido, 60 cm. en clima medio y 80 cm. en clima frío.

3. Las paredes de las camas pueden ser móviles: tablas, guaduas, bloques de cemento, plásticos o costales de fibra. O ser fijas con bloques de cemento pegadas con mezcla de concreto.

4. Para evitar el exceso de humedad en épocas de lluvia o la sequía en épocas de verano, se requiere usar algún tipo de techo o de sombrío. Puede ser plástico, teja campesina, polisombra de grado 70, teja de eternit o de barro, dependiendo de la capacidad económica y directamente encima del alimento. mantengamos una capa de rastrojo o de costales para que evitemos la acción del sol, del viento y de los pájaros. Es más eficiente el trabajo de la lombriz cuando lo hace bajo techo y con una mayor calidad del producto final.

5. Otro sistema para criar lombrices es el de cajas de madera o plásticas o en cualquier recipiente. En el fondo de la caja se le abren unos agujeros para que escurra y para el paso de las lombrices de una caja a otra.

6. La cama debe ser preparada con anterioridad. Hacer la prueba de comportamiento al alimento y de supervivencia en 24 horas.

7. La siembra de la lombriz se hace en hileras ó en montón, no se riegan, se humedece la cama, y luego se tapa. Observar su comportamiento. A los 10-15 días adicionarle comida de 10 cm. de grosor en franjas. (21)

3.7. Cosecha del humus

Existen varios métodos para la cosecha del lombricompuesto:

1. Para cosechar a diario. Quitar el sombrío si se puede o el rastrojo de encima y se deja a pleno sol. Raspar el humus y extraerlo. La lombriz se profundiza.

2. Hacer el sistema de la pirámide quedan en el fondo.

3. En la misma cama, se corre el material a un lado, y en el espacio sobrante se adiciona alimento fresco. Las lombrices buscan su alimento y al cabo de 45 a 60 días, ya se han pasado hasta las larvas.

4. Colocar un plástico encima de la cama. No alimentar por ocho días. Colocar encima del plástico alimento fresco y gustoso. Las lombrices adultas suben a comer, se atrapan y se separan en el plástico. Repetir este procedimiento por varias veces.

5. Con las cajas plásticas, al colocar una caja sobre la otra, las lombrices se pasan subiendo a la nueva.

6. Para cosecha rápida, se deja de alimentar durante 8 días, y medio de una pala se extrae la capa superior de 20 cm. a todo lo largo del lecho y por los bordes del mismo. Se depositan estos materiales en bolsas, quedando el humus en el fondo, libre de lombrices, de larvas y de huevos, luego se saca y se lleva a los sitios donde se utilizará. Se devuelve al lecho la primera capa extraída y se alimenta de nuevo.(25)

3.8. Lombricompuesto o lombrinaza

Es el producto de las deyecciones de las lombrices de tierra y se presenta como una mezcla de color oscuro, estable a la descomposición bacterial y formado por una serie de elementos como: carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, los cuales varían dependiendo de las características químicas del sustrato. Las lombrices son capaces de degradar casi cualquier desperdicio orgánico entre los cuales tenemos los estiércoles, lodos de reactores o biodigestores, resíduos vegetales y de agroindustrias, desperdicios de cocina, compost, el cual es enriquecido, se le mejora la carga microbiológica, disminuye el tamaño de las partículas y airea el material (21).

Aunque la composición del lombricompuesto depende de la dieta suministrada, la actividad de la lombriz de tierra contribuye a aumentar la capacidad catiónica de cambio, los contenidos de bases y el fósforo disponible (22).

Es equivocado considerar el lombricompuesto como humus, cuando solamente tiene un contenido que varía entre 9 y 11%. El humus debe ser considerado más como un acondicionador de suelos que como fertilizante, aunque de todas maneras hace un bajo aporte mineral. El humus favorece la formación de estructura e interviene en la evolución de la fracción mineral. Las siguientes cualidades del lombricompuesto o lombrinaza, lo hacen diferente a otros abonos orgánicos (25)

Materia orgánica 25 a 45%. La actividad de la lombriz de tierra genera la transformación de la materia orgánica fresca hacia un estado de mineralización, con la formación de materiales intermedios como ácidos húmicos y ácidos fúlvicos con propiedades quelatantes, reducción de la fijación del fósforo, mejoramiento de la estructura del suelo, etc. Presencia de alta carga microbiana total, de factores enzimáticos y hormonales que estimulan la actividad microbial en el suelo, la formación de raíces, la absorción de elementos nutritivos, crecimiento, floración y fructificación.

Humus 9 a 11%, Nitrógeno 2 a 3%, Fósforo 1%, Potasio 1 a 3% en materia seca.

Importante aporte de microelementos y adecuada relación carbono – nitrógeno, aproximadamente 10 a 12.

Aplicaciones Prácticas: El producto libera el 50% de los nutrientes en el primer semestre o año y el resto en los años siguientes. Con adiciones constantes se van construyendo reservas de nutrientes en el suelo.

La mezcla de lombricompuestos ha dado mejores resultados en la producción vegetal que los lombricompuestos individuales. El tomate responde mejor a la mezcla de lombricompuesto y gallinaza. La morera se comportó mejor con la mezcla de varios lombricompuestos que cuando se utilizaron separados. Igual cosa sucede con el crisantemo variedad Super White utilizando lombricompuesto de residuos de pompón, de clavel, de statice, de kikuyo y bovinaza. (Abonos Orgánicos por Jairo Gómez). Se caracteriza por su alto contenido bacteriológico. Dos billones de bacterias por gramo, lo que le proporciona la característica de hacedor de vida.

3.9. Canastillas lombriceras

Es una forma práctica, sencilla y económica de criar lombrices y transformar en corto tiempo, desechos orgánicos en lombricompuesto, que es un excelente abono natural. Las lombrices producidas así sirven de alimento a aves, cerdos, peces y a la vez, se pueden sembrar en la tierra de la finca para mejorar su fertilidad.

El sistema consiste en reutilización de las canastillas que ya no se emplean para el transporte de frutas y verduras y que se convierten en basura no degradable. Estas canastillas parcialmente deterioradas son camas verticales en las cuales las lombrices crecen y se reproducen muy bien, produciendo grandes cantidades de lombricompuesto, si el manejo que se les de es el adecuado.

3.9.1 insumos

1. Cuatro (4) canastillas plásticas grandes, de fondo perforado. Todas deben de ser de igual tamaño para que cacen una sobre la otra.
2. Una libra de cal dolomítica y una libra de roca fosfórica
3. Un litro de caldo microbiano de rizosfera y un litro de caldo super 4
4. Desechos orgánicos como cáscaras de frutas, cortezas, hojas, desechos de frutas y hortalizas, barbecho, rastrojo, estiércol de animales domésticos, cáscaras de huevos, etc.
5. Entre una y tres libras de lombriz roja californiana
6. Una bandeja o platón plástico y cuatro trozos de madera de 10 centímetros, también puede utilizarse pedazos de ladrillos. (28)

3.9.2. Preparación

Llene una canastilla con desechos orgánicos limpios tales como estiércol de animales, cáscaras de frutas, desechos de hortalizas, rastrojo, papel no impreso, hojas secas trituradas, máscaras de huevo trituradas. Todo muy bien desmenuzado. No debe usarse materiales que contengan antibióticos, plaguicidas. Esta mezcla debe mantenerse húmeda pero no encharcada.

Cuatro días después de elaborada, se agrega una libra de cal dolomítica y un vaso de caldo microbiano (200cc). Revuelva muy bien para que la mezcla quede bien homogénea. Con el fin de que el material se descomponga debidamente, pueden transcurrir entre 15 y 45 días (según el clima de la región y la calidad del material, mientras más picado mejor).

Cuando el material esté descompuesto, agregue por canastilla un vaso de caldo super 4 y 5 cucharadas soperas de roca fosfórica. Revuelva muy bien para emparejar la mezcla.

Tres días después, agregue una libra de lombrices, colóquelas sobre la superficie de la mezcla. Después de 15 minutos de haber colocado las lombrices, observe si la mayoría se mantienen en el mismo sitio (no se entierran), esto significa que la mezcla no está en buenas condiciones para ellas, entonces quítelas y agregue más cal dolomítica, mezcle y espere 5 días para repetir la colocación de las lombrices. Si después de tres intentos no se entierran, significa que esta mezcla es tóxica y se debe cambiar. Si después de 15 minutos las lombrices se entierran,

significa que la mezcla les gusta. Entonces coloque el resto de lombrices y cubra la canastilla con ramas u hojas para evitar que la mezcla pierda humedad.

Coloque la canastilla ya sembrada con lombrices, sobre los pedazos de ladrillos que están dentro de recipientes con agua para evitar la entrada de hormigas, ciempiés o mil pies que se comen a las lombrices. Debajo de la canastilla hay que dejar una bandeja o platón para recoger el líquido que salga (lixiviado), el cual es un excelente biofertilizante líquido.

Iniciar el llenado de la segunda canastilla, teniendo las mismas precauciones que en la primera. Repita todo el procedimiento menos la siembra de las lombrices. Si el material de la primera canastilla desciende, vuélvala a llenar con material de la segunda. La canastilla debe mantenerse totalmente colmada.

Cuando el material de la primera canastilla esté casi transformado en compost (lombricompuesto), coloque la segunda canastilla sobre la primera de forma que el fondo de la segunda quede totalmente pegado sobre el material de la primera. Cubra la segunda canastilla con ramas u hojas y cuide que la mezcla se mantenga húmeda.

Si es necesario puede agregar calado microbiano. Inicie el llenado de la tercera canastilla repitiendo todo el proceso y sin hacer siembra de lombrices. Cuando el material de la segunda canastilla esté casi todo transformado en compost, coloque la tercer canastilla teniendo los mismos cuidados de los pasos anteriores.

Repita el proceso de llenado con la cuarta canastilla. Antes de colocarla, revise el material de la primera canastilla, si ya está totalmente transformado en compost y dentro de él no hay lombrices, retire la primera canastilla, este material ya puede ser usado. Si aún queda material sin transformar, páselo a la cuarta canastilla junto con las lombrices que encuentre.

De esta manera se continúa agregando siempre en la parte de arriba, canastillas con material descompuesto y retirando las canastillas de abajo cuyo material ya se ha convertido en compost (lombricompuesto). (28)

3.9.3. Utilización

Puede usarse inmediatamente colocándolo sobre el suelo en los cultivos o mezclado para los semilleros. También puede guardarse embolsado si previamente se deje secar sobre papel limpio en un sitio seco, aireado y donde no le llegue la luz del sol. Este compuesto puede quedar en contacto con las raíces de cualquier planta ya que no las quema.

Las lombrices pueden usarse como complemento alimenticio de gallinas, pollos, cerdos, peces o para sembrarlas directamente al suelo en las eras de hortalizas,

en los potreros, en los hoyos en los cuales se van a sembrar los árboles frutales. También se emplean para aumentar las columnas de canastillas (cada columna tiene 4 canastillas) o para venderlas.(28)

Tabla 17. Composición de diferentes tipos de estiércol

COMPOSICIÓN DE LA MATERIA SECA				
Abonos	**Humedad (%)**	**Nitrógeno (%)**	**Fósforo (% P2O5)**	**Potasio (% K2O)**
Vaca	83.2	1.67	1.08	0.56
Caballo	74.0	2.31	1.15	1.30
Oveja	64.0	3.81	1.63	1.25
Llama	62.0	3.93	1.32	1.34
Cerdo	80.0	3.73	4.52	2.89
Gallina	53.0	6.11	5.21	3.20

Fuente: Gómez, 1998

Tabla 18. Composición química del humus de lombriz roja californiana mediante el proceso de alimentación con estiércol de ganado vacuno.

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Masa seca	53.8
Nitrógeno (N)	2.09
Potasio (K)	0.60
Oxido de potasio (K2O)	0.72
Calcio (Ca)	6.87
Magnesio (Mg)	0.87
Fósforo (P)	1.71
Acido fosfórico (P2O5)	3.92
% de humedad	47
Relación Carbón/Nitrógeno (C/N)	11.3
Carga microbiana	1.4 x 10
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	37.48 mg/l
Sólidos totales	37.48 mg/l

Fuente: Gómez, 1998

CAPITULO 4

PREPARADOS MICROBIOLOGICOS



"Es el verdadero corazón de la comprensión de la vida e integra el sistema vital del que todos dependemos y del cual debemos aprender: nuestro ambiente ".
W. Apear, Feng Shui

4.1. Introducción

La parte viva o biológica del suelo está formada por animales inferiores como las lombrices y microorganismos. Estos microorganismos realizan diversas funciones como la degradación de la materia orgánica, producen antibióticos, mejoran la estructura del suelo, oxidan minerales haciéndolos asimilables para la planta. Desafortunadamente algunas prácticas como las quemas, la aplicación indiscriminada de agroquímicos, el excesivo laboreo del suelo han llevado a crear condiciones adversas para estos seres vivos logrando su reducción y en muchos casos su desaparición (10).

Los caldos microbiales son cultivos de microorganismos en medios líquidos que le devuelven, refuerzan o mejoran la vida a los suelos, solubilizan minerales, degradan herbicidas y en muchos casos causan desplazamiento de patógenos al competir con ellos por espacio y alimento (antagonismo, supresión), mejorando la sanidad de las plantas. Por esto, muchas veces muestran efectos biocidas sin serlo. (10).

Los cultivos de microorganismos, que se pueden hacer artesanalmente en la finca, se usan diluidos en agua o puros (seguir las instrucciones de cada producto) para devolverle la vida a los suelos, para acelerar la descomposición de la materia orgánica, por lo que tiene gran importancia en el compostaje y lombricultura. Se puede aplicar al follaje de las plantas y al suelo en cultivos temporales y permanentes, en pastos, etc. La dosis y la frecuencia de aplicación dependen de la disponibilidad y del costo, pero lo más común es diluirse en la proporción de 3 partes de agua por una del producto. En el momento de aplicación no debe haber sol, se debe hacer en la mañana o en las horas de la tarde.

A 4 grados centígrados, oxigenando adecuadamente y alimentando con kumis y melaza, pueden durar varios meses. A la temperatura ambiente solamente dura un mes, según el clima.

4.2. Tipos de preparados

Las plantas tienen a las raíces como su principal órgano de absorción de nutrientes; sin embargo, también tienen habilidad para alimentarse por las hojas, a través de las cuales toma muchas sustancias minerales y orgánicas. Los biofertilizantes líquidos foliares no sólo permiten un complemento importante para una nutrición adecuada de las plantas, sino que tienen efectos colaterales en el manejo de plagas y enfermedades de manera directa por las diversas formas como afectan a muchos parásitos y de manera indirecta por activar las defensas de las plantas contra los mismos. Algunos biofertilizantes líquidos foliares experimentados con éxito por agricultores orgánicos son:

4.2.1. Biofertilizante anaeróbico

El rúmen (estómago) de los rumiantes constituye el medio ideal para el desarrollo de muchos microorganismos anaeróbios y es por esto que los poligástricos presentan riqueza y variedad de estos microorganismos encargados de su proceso digestivo.

Los microorganismos anaeróbicos obtienen la energía (para su metabolismo y reproducción) mediante un proceso de ruptura de las moléculas de carbono presentes en las sustancias alimenticias, produciéndose como resultado el gas metano. Los encontramos también en el subsuelo y en las profundidades de los pantanos produciendo burbujas.

Las bacterias anaeróbicas son hábiles descomponiendo largas cadenas de carbono y liberando los nutrientes constitutivos de estas sustancias orgánicas; es esta habilidad la que se aprovecha en la preparación del biofertilizante anaeróbico.

4.2.1.1. Materiales

- 1 caneca o recipiente no metálico de 200 litros y con tapa.
- 2 metros de manguera plástica de media pulgada.
- 60 kg. de estiércol de vaca fresco (una tercera parte del recipiente a utilizar).
- 1kg de miel de purga por cada 20 litros de agua.

4.2.1.2. Preparación

Se trata simplemente de construir un biodigestor. Una caneca de plástico tapada, de 200 litros (55 galones) es suficiente para una finca de 2 Has. Esta caneca se llena con una mezcla de agua natural y boñiga fresca, se disuelve bien la mezcla revolviendo con vigor en ambos sentidos de las manecillas del reloj con un palo de madera, luego se cierra herméticamente. Se introduce a través del tapón de la caneca la manguera y se deja una pequeña cámara de aire (10 cm.) debajo del tapón para que la mezcla del agua y la boñiga no entre en contacto con la manguera y los gases de la fermentación puedan salir fácilmente por esta hacia la botella.

En el otro extremo de la manguera va a una botella transparente que se llena de agua que constituye el sello del pequeño biodigestor (no deja entrar aire y permite que salga el gas metano producido por la fermentación anaeróbica de la boñiga); se cuelga la botella arriba de la caneca (longitud de la manguera: 1 a 3 metros según sea necesario). El producto está maduro cuando cesa la producción de metano en la caneca (no se observan burbujas en el agua de la botella), aproximadamente a los 30 a 40 días de iniciada la fermentación (en clima medio).

4.2.1.3. Dosis

Luego se saca la mezcla, se revuelve bien y se filtra en un cedazo de tela. Este se aplica diluido en agua natural. La dosis recomendada es de 3 litros de caldo por 20 litros de agua para la fumigación de hortalizas y de 5 litros del caldo por 20 de agua para la aplicación en riego al suelo. La dosis recomendada es de 3 litros de caldo por 20 litros de agua para la fumigación de hortalizas y de 5 litros del caldo por 20 de agua para la aplicación en riego.

4.2.1.4. Recomendaciones

Mezclar el líquido ya colado (cuando es para fumigación) con agua fresca, idealmente de nacimiento o quebrada limpia y aplique sobre las plantas después de la lluvia o de haber efectuado riego, no se debe hacer sobre el terreno seco por que puede causar fitotoxicidad.

Si se va a aplicar directamente al suelo no es necesario colarlo. No utilizar boñiga de potreros donde se haya fumigado con productos tóxicos como los herbicidas, ni de vacas que le estén aplicando drogas, tampoco emplear agua de acueducto tratada con cloro.

4.2.1.5. Beneficios

.Aporta nutrientes mayores y menores que la planta puede aprovechar directamente a través de sus hojas. Tiene efectos bactericidas, fungicidas e insecticidas originadas por los mismos microorganismos que intervienen en la descomposición y el gas metano junto a otros gases producto del mismo proceso. Estos efectos se van atenuando después de que el biofertilizante comienza a ser utilizado, razón por la cual es conveniente su utilización rápida (menos de 5 a 8 días) una vez haya terminado el proceso de fermentación. Su acción insecticida se da sobre algunas escamas, pulgones, ácaros y chinches.

El producto funciona como acondicionador del sistema de producción, facilitando su sanidad y productividad. Como abono foliar desde el inicio del ciclo incrementa la salud del cultivo, da resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades, acelera el crecimiento de brotes y aumenta la producción del cultivo. Puede aplicarse semanalmente en hortalizas, quincenal a cultivos como maíz y fríjol y mensual a árboles frutales y arbustos. Tiene efecto nematicida cuando se aplica al suelo en concentraciones fuertes (50%).

.Igualmente tiene efectos fitohormonales, por lo cual se recomienda su uso sumergiendo semillas (sexuales o asexuales) varios minutos en una solución al 50% antes de la siembra en el campo. Esta misma condición genera precocidad en los cultivos.

4.2.2. Caldo de rizosfera

Colocar 10 kg. de este suelo y raíces del bosque en una caneca de 55 galones, se completa con agua hasta casi el tope, adicionar 175 cc de yogurt, 500 gr. de harina de soya, 175 cc. de melaza y 60 gotas de oxigeno C-250; se tapa con un lienzo y se deja fermentar durante 8 días en climas calientes y dos semanas en climas frescos. Se aplican 5 galones de fermentado en 50 galones de agua para 6.400 m2. Los caldos microbiales son utilizados como técnicas entomopatógenas,

pues se le pueden adicionar macerados de larvas enfermas del suelo (chizas atacadas por *Metharrizium anisopliae)*, cepas de *Bacillus thurigiensis,* etc.

4.2.3. Bioabono para praderas agrícolas

4.2.3.1. Materiales

- 60 kg. de estiércol fresco de vaca
- 30 kg. de calfos
- 1 kg. de melaza
- 100 litros de agua pura
- 1 caneca plástica (negra o blanca) de 55 galones.

4.2.3.2. Preparación

En la caneca plástica se colocan 50 litros de agua, después se va añadiendo el calfos poco a poco. Se le va agregando el estiércol de vaca que ha sido seleccionado y se le ha separado todo material grueso (palos, piedras), se va revolviendo a medida que se agrega cada material.
Posteriormente se agrega la melaza disuelta en agua, y se completa con el resto del agua, o sea 50 litros.

4.2.3.3. Dosis

Se utilizan 500 mililitros en 19 litros de agua y se aplica con bomba de espalda. Esta dosis se puede llevar a un litro de principio activo y el resto en agua.

4.2.3.4. Usos

Se emplea en cultivos atrasados o que requieran mayor vigor y crecimiento. En hortalizas actúa muy bien como fertilizante en el suelo, también como fertilizante foliar.

4.2.4. Caldo microbial 1

4.2.4.1. Materiales

En caneca plástica (de 30 galones) mezclar:

- 5 kilos de suelo de bosque.
- 1 kilo de cagajón.
- 20 litros de agua.

Opcional: puede agregarse un macerado de raíces de plantas sanas de leguminosas que estén fijando nitrógeno (inoculadas con Rhizobium, en este caso

los nódulos son de color rojizo al cortarlos) y un poco de suelo de raíces bien noduladas (rizosfera).

4.2.4.2. Preparación

Cubrir con un lienzo y proteger del agua lluvia. Revolver todos los días durante 15 días. Separar luego la parte líquida de la parte sólida (descartar el ripio del suelo de bosque) y llenar la caneca con agua hasta completar 30 galones. Agregar 2 vasos de yogur (sin sabor) y 2 vasos de melaza. Revolver bien. Taparlo nuevamente con el lienzo y dejarlo reposar durante 8 días. Agitar bien hasta el fondo (con un tubo de PVC bien limpio). Extraer (con manguera como un sifón) la mitad del caldo para utilizarlo.

A la otra mitad del caldo que quedó en la caneca se le adiciona nuevamente agua, 2 vasos de yogur y 2 vasos de melaza. Semanalmente se repite esta operación. Se puede extraer la mitad del caldo para ser usada y la otra mitad se continúa preparando como se explico antes. De esta forma se obtendrá una cepa que debe manejarse bien para evitar su contaminación. La aplicación se hace diluyendo una parte del preparado en tres partes de agua. (26)

4.2.5. Caldo microbial 2

4.2.5.1. Materiales

- Caneca plástica blanca o negra, de ninguna manera roja ni amarilla, de 200 litros, sin tapa.
- 50 - 60 kg. de estiércol fresco de bovino.
- 50 - 60 litros de agua pura.
- 4 kg. de melaza.
- 1 kg. de harina de soya.
- 1 cucharadita de levadura.
- 4 litros de kumis natural o yogur dietético.
- 5 kg. de tierra de capote (del bosque).
- Oxígeno líquido

4.2.5.2. Preparación

Revolver muy bien el estiércol y el agua en la caneca. Colocar en la boca de la caneca un costal limpio y lavar allí, con 10 litros de agua pura, la tierra de capote. Agregar un litro de kumis, la levadura, un litro de la melaza disuelta en agua y la harina de soya. Agitar muy bien y cubrir con un cedazo para evitar contaminaciones. Como hay que garantizar buena oxigenación, esta hay que hacerla bien agitando diariamente durante 20 minutos o con el oxígeno líquido, según las instrucciones del vendedor.

Cada semana, durante un mes, agregar un litro de kumis y un litro de melaza disuelta en agua. No olvidar la oxigenación. A la semana siguiente iniciar la utilización. La dosis es similar a la anterior; se pueden evaluar otras según los cultivos a aplicar.

4.2.6. Abono líquido de frutas

El agricultor puede producir el abono líquido para su aplicación foliar a partir de materiales de la finca. Estos son de bajo costo y presentan una serie de cualidades que se pueden aprovechar. Para esto se utilizan frutas, muy maduras, que ya no son buenas para el mercado y algunas hierbas de hoja ancha que se destacan por su vigor y resistencia a plagas y enfermedades; preferiblemente con cualidades medicinales. Estos abonos líquidos mejoran las condiciones de las plantas y aumentan la población de los microorganismos. En general, se podría decir que benefician a todos los seres vivientes del suelo, porque además de que aportan sustancias energéticas a las plantas, proveen también vitaminas, minerales y principios biológicos importantes.

Los materiales usados en la elaboración de este abono orgánico líquido son:

1. Frutas con pulpa: mangos, guayabas, bananos, plátanos, guineos, papayas, etc. No se deben usar los cítricos, naranjas, limones, toronjas. Se requieren por lo menos tres tipos diferentes y 2 kg. de cada una.
2. Miel de purga (melaza): 6 litros.
3. Un recipiente de barro o plástico de 10 litros de capacidad.

Las frutas se pican en pedazos y se colocan en capas que se riegan con abundante melaza. Se repite 3 ó 4 veces. Se coloca una tabla, sobre la que se pone un peso, para que prense los materiales. Se deja en reposo de 5 a 7 días hasta que se observe burbujear. Es en este momento que se cuela. El filtrado puede utilizarse de inmediato, usando como dosis 30 a 50 cc en 10 litros de agua y volverse a aplicar al cultivo cada 15 días, o se puede guardar en refrigeración.

4.2.7. Abono líquido de hierbas

Se requieren los siguientes materiales:

- Al menos tres tipos de hierbas de rápido crecimiento: 8 kg de hierba de hoja ancha.(aprovechar la biodiversidad de la región).
- Miel de purga (melaza): 6 litros
- Un recipiente de plástico o de barro de 10 litros de capacidad.

La hierba se coloca en capas que se bañan con la melaza. Se repite varias veces, y al final se coloca una tabla presionando con algún peso. Se deja en reposo de 5 a 7 días, hasta que se observe burbujear. Se cuela y el líquido está listo para su uso. Se aplica de 30 a 50 cc en 10 litros de agua cada 15 días, o se puede guardar en refrigeración. (24)

4.2.8. Caldo supercuatro

Es tal vez uno de los pocos biofetilizantes líquidos preparados con preferencia por los micronutrientes que contiene. Se prepara a partir de sales naturales (no sintéticas) que se someten a un proceso de "biologización" para que los nutrientes sean envueltos en quelatos que eviten su pérdida y faciliten ser absorbidos por las plantas. El medio orgánico para su biologización es el compost de bovinos y la melaza. La fuente principal para la formación de quelatos es el ácido acético (vinagre) o el ácido cítrico (jugo de limón o alguna fruta cítrica).

Su utilización está restringida a las hojas de las plantas y debe evitarse al máximo su aplicación accidental al suelo, ya que al tener altas concentraciones de minerales puede alterar fácilmente el equilibrio del suelo y crear niveles variables de toxicidad. Se utiliza para prevenir o controlar deficiencias de elementos menores en los cultivos y para controlar royas, mildeos y oidios. Son elementos menores quelatados.

El producto se debe utilizar en el mes siguiente a la preparación, en concentraciones de 1 parte en 20 de agua a 1 parte en 100 de agua, filtrando muy bien el producto. Para plantas pequeñas y tiernas se usa la dosis más baja.

El criterio para su aplicación es el mismo que se tiene para cualquier producto comercial: pleno período de crecimiento, prefloración, postcosecha en cultivos permanentes. Si es para controlar deficiencias específicas, la preparación se puede limitar a 1 ó 2 elementos.

4.2.8.1. Preparación

Materiales:

- Caneca plástica blanca o negra de 200 litros, sin tapa.
- 50 a 60 kg. de estiércol fresco de bovino.
- 50 a 60 litros de agua pura.
- 6 kg. de melaza.
- 1 kg. de: sulfato de hierro
  - sulfato de cobre
  - sulfato de zinc
  - sulfato de magnesio
  - bórax

Primer día: Mezclar muy bien el estiércol y el agua en la caneca, agregar un kilogramo de melaza disuelto en agua y una de las fuentes de elementos menores disuelta en agua. Semanalmente y hasta terminar, agregar cada una de las fuentes de elementos y un kg. de melaza disuelta en agua. En la Quinta semana: (día 29) agregar un kg de ácido bórico revuelto en dos o tres litros de agua. Agregar un kg de melaza en agua. Revolver introduciendo energía positiva. Es

recomendable en ese día 29 adicionar algunos o varios elementos como los siguientes:

- 1 kg. de harina de hueso
- 1 litro de leche o suero
- 1 kg. de hígado fresco licuado
- 1 kg. de harina de pescado
- 1 kg. de harina de leguminosas, follaje o grano.

Sexta semana. (Día 36, listo para aplicar) El preparado puede durar útil 30 días mientras se aplica. Antes de su aplicación debe colarse igual que el biofertilizante anaeróbico para evitar obstrucción de boquillas del equipo de aplicación. (24)

4.2.8.2. Dosis

Para aplicarlo pueden emplearse soluciones en proporciones 1:30 a 1:40, dependiendo del tamaño de las plantas. Igualmente puede prepararse un caldo a partir de las sales que contengan los micronutrientes que sean deficitarios para el cultivo, sin necesidad de incluirlos todos en la preparación. Deben evitarse aplicaciones a altas concentraciones en plantas en plena floración, ya que el cobre puede originar aborto de flores.

Tabla 19. Aplicación de caldos microbiales

CULTIVO	DOSIS POR HA. Y FORMA
Pastos	200 a 300 litros de mezcla después de los pastoreos
Flores y hortalizas	3 litros de mezcla por m2 al suelo. Cada 8 días inicialmente
Frutales, café	3 litros de mezcla por árbol al iniciar y al finalizar las lluvias
Leguminosas (fríjol, soya, arveja)	200 a 300 litros de mezcla al inicio de la floración
Pasifloráceas	200 a 300 litros de mezcla al inicio de la floración
Banano	Sumergir la semilla en el producto puro durante 5 minutos. En el campo 350 cc. de mezcla por sitio de siembra cada 2 meses

Fuente: Gomez, 1998.

4.3. Los purines

4.3.1. Concepto

Un purín es el resultado de la descomposición de una planta en agua. La planta al descomponerse suelta en el agua determinadas sustancias ó principios que son la base del purín. Estos purines, aplicados al suelo o al follaje, y dependiendo de la planta utilizada para elaborarlos, del tiempo de fermentación y de la dilución, sirven para: estimular el crecimiento de las plantas, fortalecerlas, como abono, como insecticida ó como fungicida.

4.3.2. Preparación

Para preparar un purín colocamos las partes verdes ó secas de la planta a utilizar en un recipiente plástico que contenga agua no clorada (agua lluvia ó agua de quebrada). La caneca plástica no debe ser de color rojo, ni amarillo porque el colorante contiene cromo venenoso.

Las proporciones más utilizadas son:
1 kilo de planta fresca ó 250 gramos de planta seca en 5 litros de agua ó 3 partes de planta fresca por 7 partes de agua.
La planta puede utilizarse entera, pero sí se pica finamente aceleramos su descomposición. Pueden emplearse mezclas de diversas plantas (si buscamos varios efectos diferentes) y adicionar algún tipo de estiércol (ó mezcla de estiércoles) para obtener así un purín más rico en nutrientes.

Revolver bien y tapar el recipiente de forma que le entre aire y protegiéndolo del agua lluvia. Dejar fermentar, revolviendo todos los días. Cuando el purín no eche más espuma (cese la fermentación) ya se puede utilizar.
El tiempo de fermentación va a depender del uso que le vayamos a dar al purín, podemos obtener así purines jóvenes, maduros ó viejos:

- 4 a 8 días de fermentación: purín joven.
- 8 a 45 días: purín maduro.
- 45 a 90 días: purín viejo.

Los purines no deben dejarse más de 90 días porque pierden sus propiedades. La fermentación puede ser activada con una pizca de levadura ó con pequeñas cantidades de caldos microbiológicos.

Colar y luego aplicar al suelo ó al follaje ensayando diferentes diluciones dependiendo de: el purín a utilizar, el cultivo a tratar, el efecto deseado. Puede empezarse con una dilución suave, por ejemplo 1:20 e ir aumentando la concentración a 1:10 ó 3 partes de planta y 7 partes de agua ó 1:2 ó puro.
Si se quiere, puede añadirse 1% de silicato sódico (eleva la adherencia).

El olor de la mayoría de los purines es fuerte, penetrante y desagradable, pero no ocasiona daños a la salud de la persona que lo manipula. El bagazo de los purines puede aplicarse directamente al cultivo, utilizándolo como abono ó para repeler algunas plagas (hormigas).

4.3.3. Plantas utilizadas

La norma general indica que toda planta con propiedades medicinales (u otras propiedades) puede llevarse al estado de purín. Una de las mayores riquezas que tenemos en Colombia es la biodiversidad, existen en nuestros rastrojos y montes muchísimas plantas que pueden servir como controladores naturales; por eso es necesario que se fomente la investigación y se experimenten nuevas fórmulas y mezclas.

De cualquier modo, en cada ensayo a realizar deberá fumigarse primero un área pequeña y observar los resultados para asegurarse de no causar daños a todo el cultivo. Entre las plantas más efectivas tenemos la siguiente lista:

AJENJO: fumigado sobre las plantas protege contra insectos comedores de follaje y algunos picadores. También puede aplicarse al suelo contra algunos trozadores. Controla también pulgones, chupadores y hormigas.

AJI: igual que el anterior, pero más fuerte; por eso debe usarse diluido y con mucha precaución en plantas débiles, pequeñas o que han sufrido algún estrés. Debe manipularse en lugares abiertos y con guantes, evitando el contacto con las mucosas.

AJO: fumigado al suelo con la concentración normal es repelente contra muchos tipos de chizas, trozadores y larvas que se encuentran en el suelo. Aplicado más diluido al follaje repele insectos picadores y comedores de hoja.

AJO Y CEBOLLA (cáscaras): fortalece las plantas, ayuda a controlar enfermedades producidas por hongos (en fresas y papas).

ALBAHACA: fumigado sobre la planta repele muchos insectos voladores, entre ellos diferentes tipos de moscas y mosquitos. En proporción de una parte de hidrolato y cinco de agua es eficaz baño para contrarestar el efecto de ciertas plagas en el ganado.

CALENDULA: fumigado al suelo repele nemátodos y algunos insectos del suelo. Aplicado al follaje repele insectos comedores de hoja, previene enfermedades fungosas y mejora el estado general de la planta.

COLA DE CABALLO: fumigado al follaje vigoriza la planta y evita la acción de insectos comedores del follaje. Ayuda a recuperar plantas luego de excesos de

agua por riegos, lluvia o inundación. Aplicado al suelo mejora la fertilidad actuando como mineralizante.

CONFREY: aporta nitrógeno, fósforo y potasio. (N-P-K)

DIENTE DE LEON: fumigado al follaje mejora el estado general de la planta, especialmente en estados iniciales de desarrollo. Como la cola de caballo, ayuda en la recuperación de plantas con exceso de agua (invierno). También es mineralizante. Repele los trozadores. Estimula el crecimiento y mejora la calidad.

FIQUE: aplicado al suelo es eficaz repelente de larvas que atacan las raíces. También actúa como herbicida natural.

GUALANDAY: fumigado al follaje mejora el estado general de la planta. La fortalece contra enfermedades y la mineraliza.

HELECHO: aplicado al suelo es efectivo control de larvas que atacan las raíces (trozadores). Aporta magnesio. El purín viejo ayuda a controlar nemátodos y el ripio sirve para repeler las hormigas arrieras.

HIGUERILLA: aporta fósforo, es nematicida y cultivo trampa.

HINOJO: fumigado sobre el follaje controla trozadores, comedores de hojas y babosas. Si se aplica también en la base de la planta y del suelo produce similares efectos.

MANZANILLA: aplicado a la planta y al suelo previene la aparición de enfermedades fungosas.

MASIQUIA: controla gotera en papa y tomate.

MILENRAMA: aporta azufre y potasio.

ORTIGA: eficaz repelente de trozadores, diferentes tipos de chizas e insectos del suelo. Fumigado al follaje repele áfidos y moscas. Aplicado luego de heladas colabora con la restauración de la planta. Junto con el romero y el botón de oro mantienen en buen estado sanitario del cultivo. Estimula el crecimiento de las plantas, da rusticidad, activa la vida presente en el suelo, controla la marchitez y la clorosis, aporta hierro. El purín joven controla pulgones en la papa.

POLEO: efectivo repelente de hormigas.

ROMERO: aplicado al follaje repele mosquitas, cucarrones y otros insectos voladores. Junto con la ortiga, ayuda a mantener limpios los cultivos.

RUDA: fumigado al follaje repele insectos comedores de hojas, así como insectos voladores en general.

TABACO: eficaz repelente de piojos, pulgones y en general insectos voladores. Debe usarse con precaución, pues en ciertas plantas tiende a producir manchas no patológicas que afectan la presentación del fruto. En ganado ha dado resultados en la lucha contra el nuche.

TOMATE: el purín joven estimula el crecimiento de las tomateras.

TOMILLO: mejora el estado sanitario de la planta. Ayuda a los insectos benéficos y controla larvas comedoras de hojas en forma simultánea. (18, 24)

4.3.4. Purín insecticida

- 10 kg de ortiga
- 50 litros de agua

Revitaliza los cultivos, aporta energía y minerales, controla nemátodos.

4.3.5. Purín fertilizante

- 5 kg. de higuerilla
- 5 kg. de confrey
- 5 kg. de ortiga
- 5 kg. de helecho
- 5 kg. de chachafruto
- 5 kg. de masiquía
- 5 kg. de boñiga fresca de vaca
- 5 kg. de estiércol de cerdo
- 5 kg. de gallinaza
- 5 kg. de cagajón
- 200 litros de agua.

4.3.6. Purín fungicida y fertilizante

- 5 kg. de masiquía (hojas y flores)
- 5 kg. de estiércol de cabra
- 20 litros de agua

Adicionar levadura o melaza. Controla gotera en papa y tomate.

4.3.7. Purín de helecho marranero

Picar en forma menuda 3 kg. de helecho marranero, echar en 7 litros de agua de manantial, adicionar 1 cucharada de levadura (o panela) para acelerar la fermentación y la producción de bacterias. Dejar en reposo durante 3 a 5 días

revolviendo diariamente durante 15 minutos. Dosis: 1 galón para 20 litros de agua. Este purín ayuda a controlar el gusano trozador y cogolleros. Se aplica a plantas recién nacidas o directamente al suelo. El ripio que sobra del filtrado se coloca en las bocas de las casas de hormigas arrieras, las cuales ahuyenta.

4.4. Hidrolatos

En el proceso de obtención de los hidrolatos se utiliza agua natural que se pone a hervir con la mezcla de las plantas. El efecto que realiza corresponde a las propiedades que cada planta en particular posee. Los hidrolatos se pueden aplicar de inmediato, una vez se enfríen. Con el bagazo de los hidrolatos se pueden preparar purines.

CAPITULO 5

MANEJO DE ARVENSES



“Sólo después de que sea cortado el último árbol,
sólo después de que sea envenenado el último río,
sólo después de que sea pescado el último pez,
sólo entonces descubriréis
que el dinero no se puede comer.”
Pueblo indígena Cree del Canadá.

5.1. Introducción

La agricultura moderna se basa en la eliminación de todos aquellos factores no considerados en su paquete tecnológico y la creación de un ambiente artificializado para el crecimiento de los cultivos: una agricultura basada en monocultivos, sin insectos y con suelos sin hierbas; en ese sentido el término "malezas" acuñado por esta agricultura de exterminio, define exactamente toda planta que ocupa la parcela de cultivo y que tiene que ser eliminada por ser considerado un factor negativo para el desarrollo y productividad del cultivo. Las plantas mal llamadas "Malezas" son, para la agricultura química, todas las plantas no cultivadas, dañinas, perjudiciales, nocivas, degenerativas y perversas. La

verdad es que las hierbas espontáneas juegan un papel esencial en la dinámica ecológica de los agroecosistemas, siendo un componente importantísimo en la regulación de la vida del ecosistema suelo. (1)

5.2. Concepto

El término "malezas" está pues completamente lejano a la real función que las hierbas espontáneas cumplen en los agroecosistemas. En agricultura biológica se prefiere el término Hierbas Espontáneas o Arvenses, (término último acuñado por CENICAFÉ) para definir todas aquellas plantas compañeras del cultivo que, sin ser sembradas por el agricultor, están habitando espacios no ocupados por las plantas cultivadas. (1)

La actual Agricultura Moderna viene catalogando a las especies que no corresponden a las cultivadas, como malezas, malas hierbas, intrusas, fuera de sitio, etc., y por lo tanto les declara la guerra empleando los consabidos productos herbicidas. El objetivo es desaparecer y destruir estas especies que, lejos de querer hacer daño, lo único que hacen es corresponder a su natural comportamiento: cubren o arropan el suelo desnudo, por eso el apelativo de nobles.

En Agricultura Biológica el objetivo no es destruir las plantas arvenses completamente, se debe equilibrar manteniéndolas en lo posible a un nivel bajo para que no entren en competencia con el cultivo principal. Este trabajo requiere una labor paciente y perseverante de observación, experimentación, recreación y actitud respetuosa con la vida de esos ejemplares.

El primer reto estriba en la gran heterogeneidad de las especies a controlar. Son muy rústicas y a veces “agresivas “, depende del tratamiento que adoptemos. En una hectárea de suelo tropical pueden hallarse entre 50 a 500 millones de semillas de plantas arvenses. Esta cantidad considerable da una idea aproximada de la magnitud de su manejo; si las atacamos frontalmente enfrentamos a un grupo de vegetales muy poderoso que pondrá en juego toda su capacidad de resistencia y de sobrevivencia en procura de ganar la guerra. (29)

Toda planta espontánea puede ser agresiva y fuerte competidora de las plantas cultivadas, cuando no son manejadas adecuadamente por el agricultor, pero en general éstas cumplen funciones importantes para mantener la vida del suelo; se constituyen en un mecanismo de autoprotección, autodefensa y autoregulación cuando el suelo se encuentra desnudo.

Las hierbas espontáneas siempre están presentes en el suelo, incluso en aquellos donde los cultivos no prosperan bien. Las plantas espontáneas resisten todo tipo de alteraciones: sequías, inundaciones, acidez, eliminación con herbicidas,

enfermedades, incendios, etc. En esta persistencia contra todas las adversidades radica su utilidad y la razón de su existencia: son las guardianas del suelo.

Las hierbas espontáneas están dotadas por la naturaleza de ciertas características que las convierten en plantas aptas para la protección del suelo:

- Son de ciclos vegetativos y reproductivos demasiado cortos.
- Altamente prolíficas
- Las semillas sufren períodos de dormancia prolongados.
- Germinación discontinua.
- Cuentan con adaptaciones especiales para la dispersión de sus semillas, pudiendo diseminarse a largas distancias.
- Las que no son de reproducción sexual cuentan con una vigorosa capacidad de reproducción vegetativa mediante estolones, esquejes, hijuelos, bulbos, etc.
- Son altamente resistentes a los ataques de plagas y enfermedades.
- Toleran todo tipo de variables ambientales.

Tabla 20. Clasificación de las arvenses

FORMA DE REPRODUCCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Forma de reproducción: *Perennes de reproducción vegetativa *Anuales o bianuales de reproducción sexual	 Se valen de estolones, bulbos, rizomas, esquejes o hijuelos para multiplicarse La mayoría de las especies de las cuales se pueden obtener beneficios ecológicos para el suelo.
Por piso altitudinal en el cual prosperan	De acuerdo al piso altitudinal en el cual se encuentren los agroecosistemas: cálido, medio, frío
Por su influencia en los agroecosistemas	LAS DAÑINAS: Generan alteraciones importantes en el desarrollo normal de las plantas cultivadas reduciendo sensiblemente los rendimientos totales. Compiten por espacio, luz, nutrientes y agua, generando incluso efectos alelopáticos negativos sobre el cultivo mismo. LAS MOLESTAS: Aquellas que sin ser especialmente agresivas causan molestias al agricultor que maniobra en medio del cultivo, como la ortiga (*Urtica sp*) por ser altamente urticante, otras por tener frutos espinosos.

	LAS BUENEZAS: Todas aquellas plantas que provean algún beneficio al agroecosistema o al agricultor y que por lo tanto deben ser protegidas para favorecer su permanencia en la parcela, restringiéndolas en aquellos momentos en que los cultivos son más susceptibles.

Fuente: Alvaro Acevedo, 2000

5.3 El manejo de plantas arvenses en agricultura orgánica

En terrenos sin cultivar realizar una valoración de las especies presentes en cuanto a numero, proporción de estas en el terreno y comportamiento natural (colonias, aisladas, frágiles, rústicas, rastreras, arbustivas, con raíces superficiales o pivotantes). La información inicial permitirá categorizar a las especies de acuerdo a su capacidad de oponer resistencia frente al futuro visitante o cultivo a establecer. Recuerde que ellas no son las forasteras, ellas están primero y lo que hay que hacer en sentido figurado es “pedirles permiso” para sembrar el cultivo de su interés. (1)

Revise exhaustivamente el informe de laboratorio sobre las características físico / químicas del suelo a trabajar. No luche tratando de cambiar las propiedades originales del sustrato, haga enmiendas o incorpore fertilizantes con criterio sano y bien orientado.

Piense en cultivos que con pocas modificaciones se adapten a esas circunstancias, las plantas arvenses crecen naturalmente en esas condiciones y si encuentran “plantas amigas “que se desenvuelven en condiciones similares no ofrecerán tanta resistencia a la planta introducida y esta a su vez podrá desarrollarse en un medio muy afín. Se deben limpiar los bordes del lote de cultivo de las plantas arvenses que presentan potencial dificultad, podar en floración antes de que semillen para disminuir su dispersión.

Hacer rotación de cultivos. Normalmente habrá plantas arvenses que germinaran, se desarrollaran y continuaran repoblando el lugar de cultivo. Si están allí es porque ese es su lugar. La rotación de los cultivos ayuda a atenuar el comportamiento de las plantas arvenses y se puede convivir amigablemente con ellas en lugar de antagonizar. La idea es cortar el ciclo sin destruirlas evitando que broten de nuevo.

Es conveniente desyerbarlas con machete y dejarlas sobre el terreno como cobertura vegetal, lo cual no solo impedirá la germinación de nuevas generaciones de individuos sino que también contribuirá al aporte natural de nutrientes al suelo y por lo tanto al cultivo al momento de descomponerse.

Una técnica de manejo es preparar el terreno y dejar que germinen las plantas arvenses. En el momento en que se tiene prevista la siembra realizar nuevo control y sembrar luego. Con esto se ganará ventaja sobre el ciclo normal de estas plantas. Si las plantas arvenses identificadas se presentan muy persistentemente, coséchelas, deshidrátelas y calcínelas, esparciendo sobre el terreno las cenizas puras de estas. El mecanismo de acción se explica en la Agricultura Biodinámica y corresponde a un principio de acción y una técnica muy antigua que cataliza las fuerzas cósmicas y las terrestres. Esta técnica era empleada por campesinos europeos de la época preindustrial. (25)

Las plantas arvenses, adventicias, espontáneas o nobles en todo su conjunto conforman un depósito fundamental de nutrientes, siendo responsables con el componente arbóreo de la restitución de la fertilidad y sanidad natural de los suelos. (29)

CAPITULO 6

LA ALELOPATIA



“Cuando los insectos atacan los cultivos,
solamente viene como mensajeros del
cielo para avisarle que su suelo está enfermo.”
Sabiduría veda

6.1. Introducción

Para la agricultura moderna resulta de gran importancia investigar y encontrar nuevas estrategias que nos permitan el desarrollo de una agricultura sustentable, es decir, una agricultura no contaminante y basada en recursos naturales renovables.

Por otra parte el uso de agroquímicos ha permitido aumentar notablemente los rendimientos y rentabilidad de los cultivos, pero el uso constante de estos puede alterar el medio biológico existente en el suelo, además de encarecer una producción. Es por eso que diversos científicos buscando alternativas que den con ventajas económicas y medioambientales han encontrado un tipo de solución: la

alelopatía, que es un fenómeno de gran importancia en la ecología y supervivencia de las plantas.

En 1937 Molish, después de observar este fenómeno lo definió como medios tóxicos generados por microorganismos, bacterias, actinomicetes, hongos, algas, etc. En esta lucha química hay especies que entregan estos compuestos fitotóxicos logrando ventaja y daño sobre las especies que reciben este efecto.

La Alelopatía puede generarse y actuar por exudación de compuestos provenientes de raíces vivas, hojas, frutas o por infiltración de compuestos químicos provenientes de la descomposición de los vegetales. A la vez constituye un excelente ejemplo de equilibrio químico-ecológico, en el cual los organismos tienden a responder favorablemente o regularmente entre sí, produciendo atractivos químicos estimuladores o inhibidores. (32)

6.2. Definición

Es la ciencia que estudia las relaciones entre plantas afines y las que se rechazan, mediante el uso de ferohormonas que repelen o favorecen a plantas vecinas, al igual que rechazan el ataque de plagas y enfermedades, dando lugar a un mejor desarrollo de las mismas.

6.3. Historia

En 1832 De Candolle, botánico francés, se preguntó sobre la existencia de inhibidores naturales secretados por las plantas, los cuales inhiben a otros vegetales. Pensó que esas sustancias existían y eran factores importantes en la ecología vegetal. Sin embargo, sus ideas no fueron aceptadas en esa época.
Más tarde Pickering, 1903, descubrió que las raíces de las plantas excretan toxinas.

En la actualidad, con el avance en la técnica de separación de mezclas de compuestos, tales como la cromatografía de papel, cromatografía de placa fina, cromatografía de gases y espectrofotometría, la identificación de algunas de estas sustancias ha sido posible.

El fenómeno de la alelopatía, fue definido por Molish en 1937, como el proceso por el cual una planta desprende al medio ambiente, uno o varios compuestos químicos; estos inhiben el crecimiento de otra planta que vive en el mismo hábitat o en un hábitat cercano.

La actividad alelopática depende de diversos factores como por ejemplo: sensibilidad de la especie receptora, liberación de la toxina al medio, actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren en el suelo con la toxina (microorganismos, temperatura, pH, etc.).

No todas las sustancias liberadas por las plantas son inhibidoras y, por el contrario, algunas manifiestan efectos estimulantes; ciertos metabolitos pueden provocar reacciones de estimulo o de inhibición, dependiendo de su concentración y de otros factores (Tukey, 1969). La toxicidad no solo depende de la sustancia en si, sino también de la concentración de la misma en el sitio de acción y de la especie sobre la cual se ejerza esa acción. (24)

6.4. Mecanismos alelopáticos

6.4.1. Aleloquímicos y hormonas

Las sustancias químicas implicadas en los fenómenos de alelopatía pueden ser liberadas por las plantas al medio ambiente a través de: exudaciones radiculares, lixiviación por el agua desde las partes aéreas, descomposición en el suelo de los residuos vegetales o eliminación como compuestos volátiles. Todos estos mecanismos han demostrado ser importantes en el fenómeno de la alelopatía, produciéndose efectos sobre la germinación y crecimiento de las plantas que viven en el mismo hábitat o en hábitat cercanos.

6.4.2. Exudados radiculares

Por exudados radiculares se extienden todos aquellos compuestos orgánicos, liberados al medio por raíces de plantas sanas e intactas. Bajo condiciones no estériles de trabajo, se hace difícil establecer si los compuestos detectados son realmente excretados por las raíces, o son el resultado de la actividad de microorganismos presentes en el suelo o medio de cultivo. Se ha comprobado que un gran número de plantas exudan una variada gama de compuestos orgánicos bajo condiciones estériles de trabajo.

Algunos de estos compuestos exudados por las raíces, ejercen un marcado efecto inhibitorio sobre la germinación y el crecimiento de otras especies. Estos compuestos fitotóxicos son producidos, tanto por ciertas especies cultivadas, como por especies no cultivadas, entre las cuales se incluyen las arvenses.

Entre las especies cultivadas que presentan estas características, se pueden citar: centeno, avena, cebada, maíz, tomate y pepino, entre otros. También son varias las especies no cultivadas y arvenses que producen exudados radiculares inhibitorios para otras especies, entre las cuales se puede citar: *Setaria faberii Herm* (Pega-Pega), *Sorghum halepense* (L) Pers. (Maicillo), *Aristida sp* (Coiron), *Bromus sp* (Pasto del perro) y *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (Pata de gallina). El higuerillo (*Ricinnus communis)* produce un exudado en sus raíces que repele a los nemátodos.

Son varios los factores que pueden afectar las exudaciones radiculares producidas por una especie determinada. Dentro de ellos los más importantes serían: edad de la planta, temperatura, luz, nutrición, medio de cultivo y enfermedades radiculares.

6.4.3. Lixiviación desde las porciones aéreas

Un grupo extenso de sustancias tales como: carbohidratos, aminoácidos orgánicos, fenoles y otros compuestos pueden ser arrastrados por acción del agua, desde las porciones aéreas de ciertas especies.

Algunas de estas sustancias han demostrado ser fitotóxicas al inhibir la germinación de semillas de otras especies y el crecimiento de las plántulas. A continuación se citan algunas especies, (tanto cultivadas como avenses), en las cuales se ha encontrado efectos inhibitorios debido a lixiviación de compuestos, tanto de porciones aéreas vivas como muertas: *Encelia sp*. (Incienso), *Helianthus annus L*. (Girasol), *Salvia sp*. (Salvia), *Camelina alyssum* (L.) (Nabo francés), *Melilotus alba* Desr. (Melilotus), *Rhus sp*. (Encinas venenosas), *Juglans sp.* (Nogales), *Bromus sp*. (Pasto del perro), *Brassica napus* L. (Nabo), *Datura stramonium* L. (Chamico) y otros.

En algunos casos el compuesto lixiviado puede no ser fitotóxico como tal, sino solo después de sufrir ciertas transformaciones en el suelo. Así, el nogal libera, a través de sus hojas y frutos, un glucósido de hidrojuglona, sustancia que no es fitotóxica. Pero luego de llegar al suelo es hidrolizada por acción de microorganismos, convirtiéndose en juglona (5-hidroxinaftoquinona). Este compuesto se ha comprobado que inhibe la germinación y crecimiento de varias especies, tanto herbáceas como leñosas.

6.4.4. Descomposición de residuos vegetales

Grandes cantidades de sustancias con características inhibitorias son liberadas al medio como resultado de la descomposición microbiológica que sufren los residuos vegetales en el suelo.

En otros casos estas sustancias fitotóxicas no están presentes en los residuos vegetales, sino son generadas por microorganismos saprófitos que vienen en residuos vegetales consociados a ellos a partir de algunos de sus constituyentes.

Una gran parte de los estudios concernientes al estudio de alelopatía están relacionados con la descomposición de residuos de cultivos, debido a la gran masa vegetal que queda sobre el terreno después de recolectarse sus frutos o semillas. Así fue determinada la toxicidad de extractos procedentes de la descomposición de la hoja del trigo, del maíz, del sorgo, de la avena, del centeno, y del arroz.

También la descomposición en el suelo de residuos de arvenses anuales y perennes ha generado compuestos orgánicos de marcada toxicidad, manifestada como una reducción en la germinación de semillas o crecimiento de otras especies al ser sembradas en esos suelos. Este hecho ha sido observado también bajo condiciones experimentales en las cuales se ha utilizado el agua de drenaje de recipientes que contenían residuos de arvenses en descomposición.

A continuación se citan algunas especies de arveneses que luego de descompuestas en el suelo, han demostrado toxicidad hacia otras especies: Maicillo, Mostaza, Cardo del Canadá, Pasto Bermudas.

Los residuos de cultivos y arvenses incorporados al suelo pueden ser degradados por acción de microorganismos bajo distintas concentraciones de oxigeno. Bajo estas condiciones las sustancias generadas no son las mismas, variando consecuentemente el efecto inhibitorio de la especie vegetal en estudio. La mayor cantidad de sustancias con características aleloquímicas se ha encontrado cuando el proceso degradativo ocurre en bajas concentraciones de oxigeno.(36)

6.5. Manejo de la alelopatía

6.5.1. Herbicidas naturales en el manejo de la labranza cero

Las arvenses son sin duda alguna el primer problema que plantea la producción agrícola. Es por eso que se han ideado una gran cantidad de herbicidas.

Sin embargo el uso constante de herbicidas puede alterar el medio biológico existente en el suelo y el Paraquat (Gramoxone) disminuye las poblaciones de algas verdes, bacterias, hongos, y la capacidad nitrificadora del suelo. La Atrazina, herbicida sistémico residual, bastamente usado en siembras de maíz, afecta la capacidad de respiración del suelo y las poblaciones de algas verdes, por consiguiente es conveniente aplicar estos herbicidas cada dos años o en lapsos mayores.

Estas formas modernas de controlar arvenses se pueden simplificar si se adoptan formas más naturales y biológicas. La práctica de alelopatía merece de nuestra atención cuando se usa el sistema Cero Labranza en vez del cultivo tradicional. Los rastrojos acumulados después de la cosecha, al descomponerse generan una intensa actividad microbiológica, la cual es capaz de producir diferentes ácidos orgánicos. Entre estos ácidos se destaca el "ferúlico", el cual puede reaccionar con los ácidos orgánicos presentes en la germinación de semillas de malezas, formando un compuesto químico muy activo llamado estireno, el cual es fitotóxico. Con esta forma biológica y de bajo costo se pueden controlar la gran mayoría de las malezas de hoja ancha como bledo, botón de oro, lenguavaca, etc.

Los agricultores deben aprovechar estas características que ofrecen los rastrojos sobre el suelo. Es una práctica natural, biológica y lo que es más importante, de bajo costo.

6.5.2. Cultivo asociado

Es la práctica de sembrar juntas aquellas plantas que por un motivo u otro se complementan por su aroma, por su constitución física (raíces superficiales o profundas de ciclo vegetativo corto o largo) o por que sus raíces tienen un efecto recíproco benéfico. Las relaciones entre plantas propician su vida y su crecimiento. Las plantas asociadas para el efecto de control de plagas en la agricultura funcionan como acompañantes y pueden ser:

6.5.2.1. Plantas protectoras

Son las que ayudan a la crianza del control biológico permitiendo el establecimiento de poblaciones altas de insectos benéficos. Poseen glándulas que producen azúcares y aminoácidos atrayentes. Ejemplo: la capuchina, girasol, higuerillo.

6.5.2.2. Plantas repelentes

Son plantas que ahuyentan o atrapan las plagas del cultivo mediante espinas, toxinas u olores, haciendo que el insecto rechace esas plantas que normalmente apetece o que no logre localizarlas fácilmente. Ejemplo: ajo, ajenjo, ruda, salvia.

Tabla 21. Lista de plantas repelentes de insectos

PLANTAS	INSECTOS PLAGA QUE REPELEN
Ajo, anís, berro, capuchina, cebollas, petunia, perejil	Barrenador del espárrago, hormigas y áfidos que las protegen, arañitas.
Ajenjo	Babosas
Berros, capuchina, caléndula, marigold	Mosca blanca o palomilla
Caléndula, dalia, espárrago, salvia	Nemátodos
Menta, hierbabuena, tomillo, salvia, cáñamo, apio	Polilla del repollo
Rábano	Cucarrón del pepino cohombro
Petunia y geranio	Saltahojas
Mostaza blanca	Gusano alambre
Tomate	Cucarrón de espárrago

Fuente: ASCAM, 1998

6.5.2.3. Plantas atrayentes

Son aquellas plantas que sirven de alimento alternativo de las plagas, pues son hospederos de ellas y por tanto distraen su atención del cultivo. Ejemplo: Lulo de perro, friegaplatos.

6.5.2.4. Plantas trampa

Son aquellas plantas que causan la muerte o disminuyen la reproducción de las plagas por efecto de toxinas o desequilibrios nutricionales. También son llamadas cultivos trampa. Ejemplo: el Borrachero.

6.5.2.5. Plantas especiales

Son aquellas plantas que aumentan la actividad de las pilas de compost con sus productos de descomposición (ácido carbónico y amoníaco). Cumplen funciones en la regulación de procesos orgánicos. Ejemplo: la ortiga.

6.5.2.6. Plantas narcisistas

Son aquellas plantas que curiosamente crecen mejor en compost elaborado con sus propios residuos. Ejemplo: el café y el tomate.

6.5.2.7. Plantas que mejoran el sabor

Son plantas que exhalan ricos aromas con sus vecinos hasta 80 a 90 centímetros a su alrededor. Ejemplo: la hierbabuena, albahaca, borraja.

6.5.2.8. Plantas que fijan nutrientes

Son plantas que mejoran la estructura del suelo y ayudan al fortalecimiento de las plantas que alcanzan. Ejemplo: Amaranto (su profunda raíz bombea nutrientes), Diente de león (calcio, emite gas etileno), manzanilla (azufre, calcio, hierro), Valeriana (fósforo). (5) (15).

6.6. Importancia de la alelopatía

- Disminuye los costos.
- Independiza a los cultivadores de las casas productoras de abonos y pesticidas químicos.
- Preserva los cultivos, los animales y los seres humanos.
- Uso racional de los productos orgánicos.
- Dificulta la entrada de los insectos a través de barreras con plantas repelentes.

- Impide la proliferación de plagas rompiéndole el ciclo de vida y creando medios de producción de insectos benéficos, estableciendo variedades de cultivos resistentes y haciendo una clasificación de arvenses.
- Descontamina las aguas superficiales y mantos freáticos.
- Mejora la estructura del suelo.
- Proporciona medios de proliferación de lombrices y otros microorganismos benéficos.
- Preserva la calidad del producto. (15)

AUTOEVALUACION

Evalúa tus conocimientos y compleméntalos investigando los temas que aún no manejas bien. A continuación se plantean varias preguntas con respuestas abiertas. Consúltalas y entrega al tutor un informe escrito. Socializa con tus compañeros de grupo las respuestas.

1. Dado el altísimo potencial de los abonos verdes como tecnología polifacética en el mejoramiento de las fincas de los agricultores más descapitalizados, investiga en la zona agrícola que habitas o una que selecciones lo siguiente:
   - Especies leguminosas y no leguminosas potenciales.
   - Formas eficaces de inoculación para aumentar los niveles de incorporación del nitrógeno atmosférico.
   - Asociaciones y rotaciones más convenientes en el agroecosistema que existe en la finca seleccionada

2. Investiga las asociaciones de la mucuna (fríjol terciopelo) con otros cultivos como el arroz, el maíz, la yuca. ¿Qué efectos produce en el mejoramiento de la fertilidad del suelo y en sus rendimientos?

3. Consulta la botánica, propiedades y beneficios de 10 especies de abonos verdes.

4. La pila de compost puede enriquecerse con una solución de microorganismos. ¿Cómo se prepara? Qué aportes hace a nivel biológico, químico y físico?

5. ¿Cuáles son los efectos de los microorganismos EM? ¿Cómo se utilizan?

6. Las gramíneas registran valores en la relación C/N por encima de 45, debido a sus altos contenidos de fibras de hemicelulosa, celulosa y lignina. De acuerdo a lo anterior ¿cómo es su descomposición y el aporte nutritivo dentro de la pila de compost?

7. Investiga cuáles son las especies de arvenses dañinas deseables para los pisos térmicos caliente, medio y frío de la zona que habitas o de una región que desees elegir para este estudio.

8. Las plantas bienhechoras o buenazas están dotadas por la naturaleza de ciertas características especiales que las convierten en plantas aptas para la protección del suelo. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia las tiene clasificadas. ¿cuáles son? ¿qué efectos producen al ambiente que les rodea?

9. ¿Cuáles son los principales enemigos de las lombrices? ¿Cómo se controlan?

10. Investiga sobre la forma de preparación y uso de los siguientes biofertilizantes foliares rápidos: fermento de orina de vaca preñada, humus líquido, caldo de mantillo, caldo de ceniza.

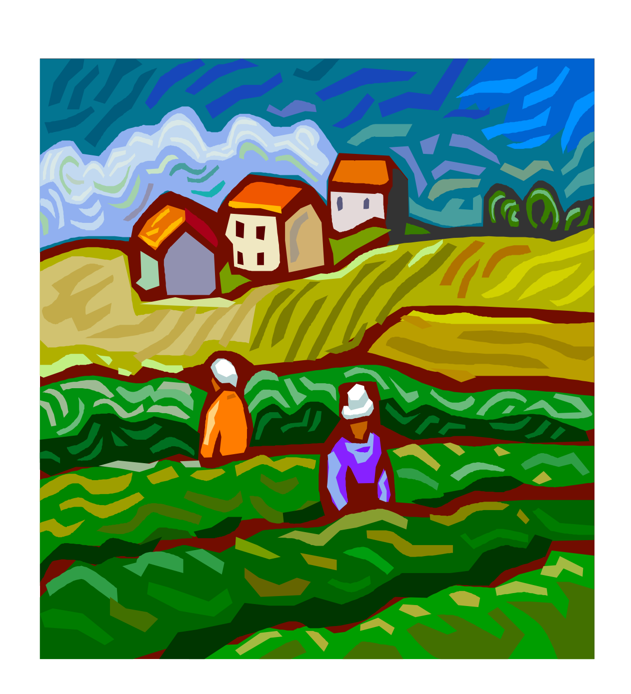
11. El Baiyodo es un abono casero de origen japonés, investiga sobre su preparación y los efectos que produce.

12. Investiga en tu zona de vivienda rural o una que selecciones las principales plantas que se utilizan en forma alelopática, con cuales cultivos se asocian, que efectos producen.

13. ¿En qué consiste el concepto “Agricultura al sol”?

UNIDAD 3

AGRICULTURA SUSTENTABLE



OBJETIVOS

- Identificar los fundamentos de la agricultura sostenible.
- Comprender el papel que cumplen los indicadores de sostenibilidad.
- Conocer las diferentes estrategias de producción sostenible que pueden desarrollarse en fincas de pequeños productores.
- Conocer la planificación de la agricultura en una zona de ladera.
- Conocer los aspectos que determinan una agricultura no sostenible.
- Conocer las características principales de los modos de producción agrícola en América Latina.
- Conocer los efectos y riesgos de los cultivos transgénicos (organismos genéticamente modificados).
- Identificar los pasos y etapas que deben seguirse en un proceso de reconversión de agricultura química a agricultura orgánica.
- Conocer el manejo de los cultivos bajo invernadero (cobertura plástica).
- Comprender el concepto de seguridad alimentaria y su importancia en los sistemas agrícolas y pecuarios.
- Conocer el manejo de la conservación de las semillas por agricultores.
- Conocer los procesos que se efectúan en el control de la calidad orgánica de los alimentos a partir de la certificación ecológica.
- Conocer el concepto de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y su incidencia en los procesos productivos modernos.

CAPITULO 1

ESTRATEGIAS DE PRODUCCION SOSTENIBLE EN EL TROPICO



"... necesitamos una tecnología diferente,
una tecnología con rostro humano,
que en lugar de dejar cesantes las manos y
cerebros humanos los ayude a convertirse
en mucho más productivos de lo que habían sido"
E. F. Schumacher

1.1. Introducción

Hasta hace unas cuatro décadas los rendimientos de los cultivos en los sistemas agrícolas dependía de los recursos internos, del reciclado de la materia orgánica, de los mecanismos de control biológico y del régimen de las lluvias.

Los rendimientos agrícolas eran modestos pero estables. La producción se aseguraba sembrando más de un cultivo o variedad en el espacio y en el tiempo,

como un seguro contra las explosiones de plagas o la severidad del clima. Los aportes de nitrógeno se lograban rotando los principales cultivos con leguminosas. Al mismo tiempo las rotaciones suprimían a los insectos plaga y enfermedades al quebrar efectivamente el ciclo de vida de éstas. Un agricultor típico del cinturón de maíz de Estados Unidos rotaba el maíz con muchos cultivos incluyendo la soya y la producción de granos era básico para el mantenimiento del ganado, componente clave de los sistemas integrados. La mayor parte del trabajo era realizado por la familia con el empleo ocasional de trabajadores y la utilización de equipos sencillos. En este tipo de sistema agrícola la relación entre la agricultura y la ecología era bastante fuerte y los signos de degradación ambiental eran raramente evidentes (Altieri, 1997).

Mientras que la modernización agrícola avanzó, la relación entre la agricultura y la ecología se debilitó en la medida en que los principios ecológicos fueron ignorados y/o sobrepasados. De hecho, muchos científicos agrícolas han llegado al consenso de que la agricultura moderna confronta una crisis ambiental.

Un gran número de personas están preocupadas por la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas actuales de producción agrícola. Existe evidencia que muestra, que aunque el sistema agrícola imperante con una aplicación intensiva de capital y tecnología, ha sido extremadamente productivo y competitivo, trae consigo también una serie de problemas económicos, sociales y ambientales. (3)

La evidencia muestra también que la estructura del agro y las políticas prevalecientes han llevado a esta crisis ambiental, al favorecer a las grandes fincas, la especialización de la producción, el monocultivo y la mecanización. En la medida en que cada vez más agricultores se integran a la economía internacional, los imperativos para diversificar desaparecen y los monocultivos son premiados por las economías de escala. A su vez, la ausencia de rotaciones y diversificación elimina los mecanismos fundamentales de autorregulación, transformando a los monocultivos en agroecosistemas ecológicamente vulnerables y dependientes de altos niveles de insumos químicos. (39)

Las condiciones que maneja la agricultura moderna esta exigiendo un cambio total de su estructura a nivel mundial, y se basa en un consenso en cuanto a la necesidad de nuevas estrategias de desarrollo agrícola, que aseguren la producción estable de alimentos a través de la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y la conservación de los recursos naturales.

El uso masivo de recursos naturales no renovables como el petróleo la convierten en una alternativa artificial que agota los demás recursos y contamina el suelo, el agua, reduce la fertilidad natural del suelo, recursos genéticos, aumenta los costos económicos y ambientales. En resumen, tenemos en frente una agricultura artificial que atenta contra el futuro de la humanidad.

Utilizando estas características y comparando la estructura de un agroecosistema a la de un establo, se puede indicar que, en relación a un agroecosistema sustentable, un sistema convencional de monocultivo carece de un techo funcional (biodiversidad), una fundación sólida (suelo biológicamente activo), pilares firmes (reciclaje de nutrientes) y murallas que aislen efectivamente al sistema (que prevenga pérdidas de nutrientes, entre otros).



Figura 20. Las tres dimensiones de la sostenibilidad en la agricultura orgánica con algunos ejemplos. (IFOAM, 2003)

1.2. Fundamentos de la agricultura sostenible

Los objetivos de la agricultura sostenible se pueden resumir de la siguiente forma:

- Producción estable y eficiente de recursos productivos.
- Seguridad y autosuficiencia alimentaria.
- Uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo.
- Preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad.
- Asistencia de los más pobres a través de un proceso de autogestión.
- Un alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio desarrollo agrícola.
- Conservación y regeneración de los recursos naturales.

Otros aspectos que afectan a los agroecosistemas se relacionan con los cambios de mercados nacionales e internacionales, cambios climáticos. Los problemas productivos de cada agroecosistema son altamente específicos del sitio y requieren de soluciones específicas. Los elementos básicos de un agroecosistema sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del

cultivo al medio ambiente y el mantenimiento de niveles moderados, pero sustentables de productividad. (35)

1.2.1 Indicadores de la sustentabilidad

El éxito de un proyecto depende de varios indicadores que determinaran la productividad y rendimientos y por tanto resultados favorables a nivel social, cultural, económico y ambiental. Entre ellos se tienen:

1.2.1.1. Sustentabilidad

Es la medida de la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo, en la presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas. La productividad de los sistemas agrícolas no puede ser aumentada indefinidamente. Los límites fisiológicos del cultivo, la capacidad de carga del hábitat y los costos externos implícitos en los esfuerzos para mejorar la producción imponen un límite a la productividad potencial.

Tabla 22. Principios básicos y opciones tecnológicas para mejorar el uso sustentable del suelo

ESTRATEGIA	OPCIONES TECNOLÓGICAS
Mejorar estructura del suelo	Cultivos de cobertura mulching, labranza de conservación, terrazas, agroforestería.
Elevar contenido de materia orgánica	Aplicación de estiércol, desechos orgánicos, abonos verdes y labranza de conservación.
Reducir compactación	Tracción animal, labranza mínima, uso de eco-arados.
Mejorar reciclaje de nutrientes	Aplicaciones de materia orgánica, agroforestería, cultivos múltiples, integración animal.
Manejar la acidez del suelo	Uso de variedades tolerantes, aplicación de cal, adición de materia orgánica y enmiendas.
Manejo de salinidad	Riegos especiales para mejorar la lixiviación de sales, aplicación de enmiendas, uso de cultivos apropiados.
Mejorar fertilidad	Activación biológica del suelo, reciclar desechos orgánicos, integración animal, abonos verdes.

Fuente: Altieri, 1998

1.2.1.2. Equidad

Supone medir el grado de uniformidad con que son distribuidos los productos del agroecosistema entre los productores y consumidores locales. La equidad es, sin embargo, mucho más que ingresos adecuados, buena nutrición o tiempo suficiente para el esparcimiento. La equidad se alcanza cuando un agroecosistema satisface demandas razonables de alimento sin imponer a la sociedad aumentos en los costos sociales de la producción.

1.2.1.3. Estabilidad

Es la constancia de la producción bajo un grupo de condiciones ambientales, económicas y de manejo. Algunas de las presiones ecológicas constituyen serias restricciones, en el sentido de que el agricultor se encuentra virtualmente impedido de modificarla. En otros casos, el agricultor puede mejorar la estabilidad biológica del sistema, seleccionando cultivos más adaptados o desarrollando métodos de cultivos que permitan aumentar los rendimientos. La tierra puede ser regada, provista de cobertura, abonada, o los cultivos pueden ser intercalados o rotados para mejorar la elasticidad del sistema.

1.2.1.4. Productividad

Es la medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, labor o insumo utilizado. Un aspecto importante, muchas veces ignorado al definir la producción de la pequeña agricultura, es que la mayoría de los agricultores otorgan mayor valor a reducir los riesgos que a elevar la producción al máximo.

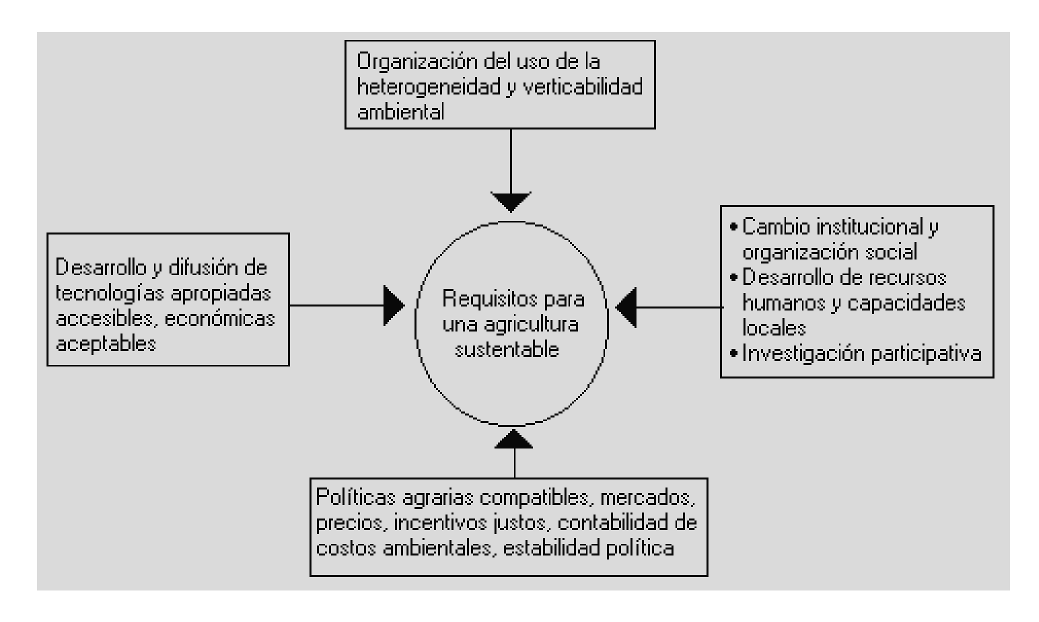


Figura 21. Requisitos de una agricultura sustentable (Fuente: Altieri, 1997)

Por lo general, los pequeños agricultores están más interesados en optimizar la producción de los recursos o factores del predio que les son escasos o insuficientes, que en incrementar la productividad total de la tierra o del trabajo. El rendimiento por área puede ser un indicador de la producción y su constancia de la producción, pero la productividad también puede ser medida por unidad de labor o trabajo, por unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos. (2,3)

Tabla 23. Indicadores de sostenibilidad para evaluar una tecnología

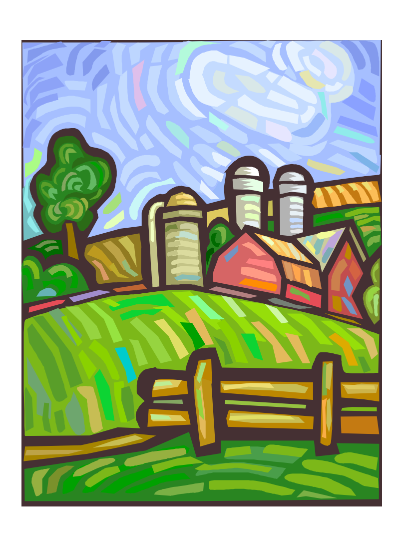
SOCIALES	AMBIENTALES	ECONÓMICOS
No riñe con las costumbres de los agricultores	No genera contaminación de los recursos naturales involucrados	Bajo costo económico
Es fácilmente aplicable	Regenera la calidad de los recursos naturales	Incrementa la producción, el autoconsumo y/o los ingresos.
Propicia la organización	Estimula la biodiversidad.	No requiere de inversiones constantes de capital.
Propicia la solidaridad entre productores.	Genera mínima alteración del equilibrio natural del ecosistema	No genera costos adicionales.
Estimula la creatividad.		No genera dependencia del mercado de insumos.
No arriesga la salud de quien lo aplica.		
Optimiza el uso de mano de obra		

Fuente: Agricultura sustentable en el trópico, Alvaro Acevedo, 2000

1.3. Estrategias de producción sostenible en fincas de pequeños agricultores

Muchas son las nuevas iniciativas tecnológicas en el campo de la producción agropecuaria que con una visión de sostenibilidad están siendo ensayadas, adoptadas y adaptadas por los agricultores innovadores en sus propias parcelas. Estas nuevas posibilidades tecnológicas en general cumplen con los criterios de ser ambientalmente sanas, económicamente baratas, priorizar el uso eficiente de recursos locales permitiendo cerrar ciclos, ser fácilmente aplicables y redundar en el mejoramiento productivo de las fincas campesinas. (1)

Las estrategias agroecológicas de mayor potencial para mejorar la agricultura campesina andina son aquellas que ayudan a reducir los riesgos y hacer más eficiente el uso de los recursos naturales y el modelo de producción. Entre ellas están:



1.3.1 Manejo de la cuenca

Hoy en día existe consenso en considerar a la cuenca hidrográfica, especialmente en las zonas altas, como una unidad territorial natural y básica que constituye un marco apropiado para la planificación regional y micro-regional, ya que integra a los habitantes rurales y su entorno.

La consideración de las cuencas hidrográficas como marco de planificación integral se basa en que en este ecosistema el recurso hídrico es el elemento unificador, cuyo manejo y aprovechamiento se vincula al de otros recursos renovables (vegetación, suelos, fauna, etc.) y a los humanos: del manejo y conservación del agua depende en alto grado la seguridad y el desarrollo hidroenergético, agropecuario, industrial y urbano de la región.

Además de campos cultivados, una cuenca contiene bosques, pastizales, huertos, quebradas y ríos, evidenciándose en estas interacciones complejas entre humanos, suelos, plantas, animales, etc. Por lo tanto, según como se estructure una cuenca y se ubiquen los campos y praderas, y las prácticas de cobertura de suelo que operen, se puede afectar positiva o negativamente la calidad del agua, el suelo y la biodiversidad general. En este sentido, el diseño de sistemas de conservación de suelos y aguas utilizando corredores biológicos de vegetación puede jugar un papel primordial en la dinámica ecológica de la cuenca.

Es fundamental el manejo cuidadoso de la cobertura vegetal para reducir la sedimentación en las presas hidroeléctricas. Dentro de estas cuencas se realizan actividades de agricultura y ganadería que requieren mejorarse mediante la introducción del árbol en forma de plantaciones, uso de técnicas agroforestales y mediante el manejo de la vegetación natural para la conservación o recuperación de suelos (3)

1.3.2. Integración animal

La incorporación del ganado en los sistemas agrícolas añaden otro nivel trófico al sistema. Los animales pueden alimentarse de los residuos de las plantas, las arvenses y del barbecho, lo que produce un pequeño impacto en la productividad de los cultivos. Esto es útil para convertir la biomasa inútil en proteína animal, especialmente en el caso de los rumiantes. Los animales reciclan el contenido nutritivo de las plantas, convirtiéndolo en abono y permitiendo una gama más amplia de alternativas de fertilizantes para el manejo de nutrientes agrícolas. La necesidad de alimentos para los animales también amplía la base del cultivo para incluir especies que son útiles para la conservación del suelo y del agua. Las leguminosas, por lo general, se siembran para que proporcionen forraje de calidad y para que mejoren el contenido de nitrógeno en los suelos.



Además de las interacciones agroecológicas con los cultivos, los animales desempeñan otras funciones importantes en la economía agrícola. Ellos producen ingresos provenientes de la carne, leche y fibra. El valor del ganado aumenta a través de los años y se puede vender para obtener dinero en tiempos de necesidad, o bien, se puede comprar cuando hay dinero.
Los animales también se pueden manejar en forma estabulada y son alimentados con materiales vegetales provenientes de bancos de proteínas previamente establecidos o pueden rotarse en potreros. (35)

1.3.3. Policultivos y rotaciones

Los sistemas de producción agropecuaria del trópico deben simular lo más posible la diversidad de los ecosistemas naturales. Esta es la regla básica de cualquier sistema de producción orgánica en el trópico. Se entiende por rotación la secuencia de cultivos que se da en un determinado terreno. Las rotaciones deben tener en cuenta no establecer una secuencia donde plantas del mismo grupo botánico queden seguidas unas de otras. Se puede incluir dentro de la rotación un ciclo con abono verde que aporte gran cantidad de biomasa y nitrógeno al suelo, generando así condiciones ideales de fertilidad para los cultivos siguientes.

Las rotaciones en los policultivos permite la mezcla diversa de especies que se pueden agrupar de acuerdo al porte de crecimiento, ciclo de producción (precosidad), resistencia a enfermedades, fenómenos naturales y complemento nutricional para otras especies. De acuerdo a esto se establecen asociaciones específicas que generan buenos resultados. A continuación se tiene un gráfico que representa el modelo de rotación apropiado que debe hacerse en los agroecosistemas.

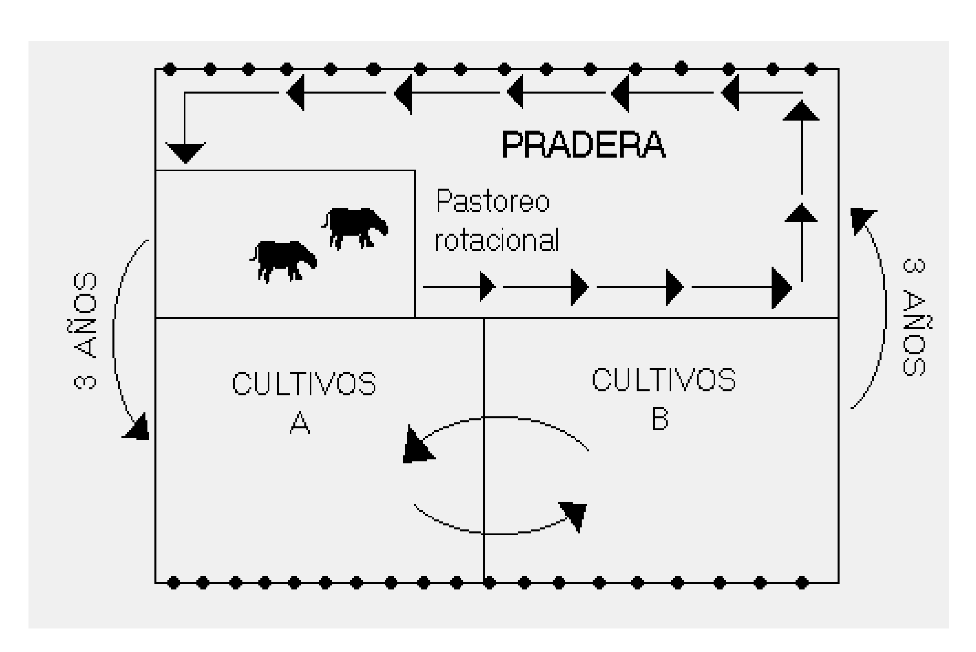


FIGURA 22. Integración de cultivos, pradera y animales en un diseño predial de rotación y pastoreo rotativo. (Fuente: Altieri, 1997)

1.3.3. Asociación de cultivos

La asociación consiste en combinar plantas que crecen simultáneamente en el mismo terreno de cultivo. La asociación tradicionalmente más empleada es la combinación de gramíneas con leguminosas, especialmente la de maíz con fríjol,

con la cual se aprovecha la fijación biológica del nitrógeno (N) por parte de la leguminosa y el porte de la gramínea para el crecimiento voluble del fríjol, lo cual mejora la producción de ambas especies. La asociación de hortalizas con diferentes velocidades de crecimiento, para aprovechar mejor el terreno, también es común.



Las ventajas de las asociaciones de cultivos se pueden resumir en el mejor uso que se hace del suelo, el agua, el espacio; la fuerte disminución de plagas y enfermedades; la regulación de hierbas espontáneas, los beneficios que unas especies proporcionan a otras y la mayor producción. Algunos arreglos comunes de asociaciones con frutales perennes son:

1.3.4.1. Cultivos Intercalados

Consiste en la siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, en surcos independientes pero vecinos.

1.3.4.2. Cultivos mixtos

Es la siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno sin una organización de surcos. Los huertos mixtos de frutales se constituyen, en la agricultura tradicional latinoamericana, en un arreglo de alta diversidad y estabilidad ecosistémica.

1.3.4.3. Cultivos en franjas

Consiste en la siembra simultánea de dos o más especies en el mismo terreno, pero en franjas amplias. Esto permite un manejo independiente de cada cultivo y emplear maquinarias livianas que requieren algún nivel de homogeneidad en las especies cultivadas.

1.3.4.4. Cultivos de relevo

Consiste en la siembra de dos o más cultivos en secuencia, sembrando o transplantando el segundo antes de la cosecha del primero.

1.3.4.5. Cultivos de barreras vivas

Se selecciona una o varias especies que se cultivan alrededor del cultivo a modo de barrera física de delimitación, o simplemente para aprovechar el terreno de una manera más eficiente. La especie seleccionada puede ser también un frutal o alguna planta proveedora de madera, forraje, leña, néctar, etc. Los árboles perennes ofrecen la posibilidad de realizar muchos asocios antes de que entren a producir, ya que su período vegetativo de desarrollo inicial generalmente es muy largo.

1.3.4.6. Cultivos agroforestales

Los cultivos agroforestales comprenden la combinación de especies agrícolas, forestales y/o plantas útiles para la ganadería, al mismo tiempo o en secuencia dentro de la misma parcela. La agroforestería es una práctica de cultivo muy tradicional en el trópico y es tal vez la que mayor estabilidad brinda a los agroecosistemas por su alta diversidad y estabilidad, al ser los arreglos de cultivos más semejantes a los ecosistemas nativos.

Las principales ventajas de estos cultivos son la mayor protección de los recursos suelo, agua y bosque, la creación de microclimas, menor laboreo del suelo, mayor reciclaje de materia orgánica, menores riesgos para el agricultor, menores pérdidas por parásitos, mayor productividad por unidad de área, producción de forraje, alimentación humana, frutos comerciales, consumo de leña, en la recuperación de suelos degradados con especies leguminosas, entre otros.

1.3.4.6.1. Árboles asociados con cultivos perennes



Se combinan árboles altos que dan media sombra y pueden ser cortados para madera (Cedro, laurel) y otros frutales de porte alto (mango, coco, aguacate); adicionalmente árboles más bajos para obtener leña, abono y forraje (Leucaena, Matarratón) que se podan periódicamente. También se pueden cultivar otros frutales como cítricos, papaya, bananos, etc. y otras especies de pancoger, cuando la luz lo permite, como plátano, maíz, frijoles, café etc.

1.3.4.6.2. Cultivos en callejones

Consiste en establecer hileras de árboles de porte alto que provean madera, leña, forraje o abono verde, pero también un sombrío regulado que permita el establecimiento de frutales en los callejones que se dejan entre las hileras de árboles. Las hileras pueden hacerse también con árboles frutales perennes y en ese caso los callejones pueden cultivarse con frutales de ciclo medio -corto o con especies de pancoger.

1.3.4.6.3. Arreglos agrosilvopastoriles

Consiste en la introducción de árboles forestales o frutales a los lotes de pastoreo del ganado. Debe planearse muy bien, ya que los árboles requieren de un tiempo largo para su desarrollo antes de permitirse el pastoreo de los animales, a fin de impedir la destrucción de la plantación por parte de los animales. Muy pocos árboles podrían introducirse en parcelas de pastoreo animal sin interrumpir el pastoreo para permitir el desarrollo de los árboles; es el caso de la guayaba, que puede transplantarse en los potreros sin que los animales lo estropeen fácilmente.

1.4. Manejo orgánico de plagas y enfermedades

El nuevo enfoque tecnológico y productivo ha generado un paulatino desgaste de los ecosistemas y un aumento sustancial de los principales problemas de los cultivos; es decir, las plagas, las enfermedades y las hierbas dañinas; a tal punto que su control por la vía de los agrotóxicos ya no es una alternativa eficaz.

El manejo de plagas y enfermedades consiste en una variedad de prácticas de largo plazo que se enfocan en mantener las actuales poblaciones en un nivel bajo; el control por otra parte es una actividad a corto plazo y concentrada en su exterminio. El enfoque general de la agricultura orgánica es manejar las causas en lugar del tratamiento de los síntomas. El manejo tiene una más alta prioridad que el control.

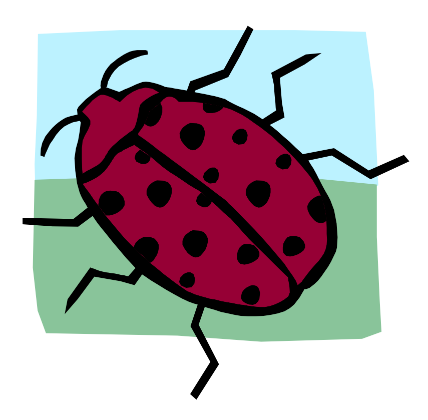
El manejo agroecológico de plagas consiste en la utilización de técnicas de manejo que apuntan a restaurar el equilibrio biológico con base en la diversidad intra e interespecífica de plantas y con la estimulación de enemigos naturales (depredadores, parásitos y antagonistas). El uso de cultivos y variedades resistentes y/o tolerantes, especialmente el rescate de germoplasma nativo cobra

vital importancia para proveer las bases genéticas de la protección de los cultivos (Altieri, 1997).

En la agricultura orgánica, el manejo ecológico de plagas y enfermedades es el resultado de toda una serie de prácticas sanas que van desde el diseño de agroecosistemas altamente diversificados, hasta la aplicación de algunas medidas simples que no atentan contra el equilibrio natural y que aseguran la regulación de las poblaciones de agentes parásitos. (25)

1.4.1. Factores que influencian la salud de la planta

Las plagas y enfermedades no son más que una evidencia degenerativa del monocultivo y el abuso de los suelos cultivados. El objetivo mayor de un agricultor orgánico es el de crear condiciones que permitan que las plantas se mantengan saludables Una planta saludable es menos vulnerable a la infestación por plagas o enfermedades. La interacción entre los organismos vivos y el medio ambiente es crucial para la salud de las plantas; en condiciones favorables los mecanismos de defensa de las plantas son suficientes para luchar contra los ataques de las plagas y enfermedades, es por eso que un ecosistema bien manejado puede ser una forma exitosa de reducir sus niveles de población. Algunas variedades de ciertos cultivos poseen mecanismos más efectivos que otras variedades y por lo tanto presentan menores riesgos que otras de infección.



La condición de salud de una planta depende en gran parte de la fertilidad del suelo. Cuando la nutrición está bien balanceada, la planta se pone fuerte y es menos susceptible a las infecciones. Condiciones climáticas adecuadas, tales como una temperatura y una oferta de agua adecuada, son factores cruciales para la buena salud de la planta; cuando alguno de estos factores no es adecuado la planta se estresa y debilita los mecanismos de defensa haciéndola fácilmente atacable por las plagas y enfermedades. (25,36)

1.4.2. Medidas preventivas

1. Selección de variedades resistentes y adaptadas a las condiciones
2. Selección de semillas y material de planta limpios
3. Uso de un sistema de cultivo adecuado (mixto)
4. Uso de un manejo balanceado de nutrientes
5. Aplicación de materia orgánica
6. Aplicación de métodos de labranza apropiada
7. Conservación y promoción de los enemigos naturales
8. Selección del momento y el espaciamiento optimo para planta
9. Utilización de las medidas sanitarias apropiada

1.4.3. Medidas curativas

Si todas las prácticas preventivas de protección de cultivos fracasan es necesario aplicar medidas curativas para reducir las pérdidas económicas. Las acciones curativas se aplican después que las plagas y enfermedades han infectado el cultivo. Las alternativas son las siguientes:

1. Control biológico con predadores o microbios antagonistas.
2. Insecticidas naturales basados en preparaciones basándose en hierbas y otros productos naturales.
3. Control mecánico con trampas o remoción manual. (25)

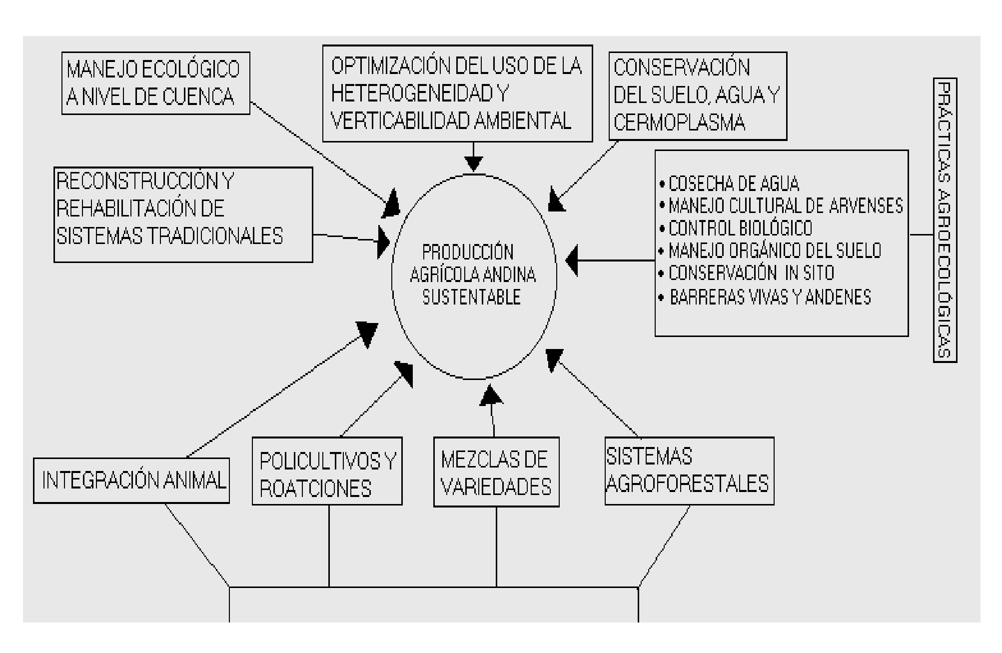


FIGURA 23. Componentes de una estrategia agroecológica para asegurar una producción agrícola sustentable. (Altieri, 1997)

1.5. La planificación de la agricultura en zona de ladera

La región andina presenta unas características especiales que le obligan a manejar la agricultura de acuerdo a las condiciones climáticas, edafológicas, topográficas, culturales, sociales y económicas propias de la región, para facilitar la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al ambiente y el mantenimiento de un nivel alto, pero estable, de productividad. Es fundamental la aplicación de los fundamentos agroecológicos para optimizar los nutrientes que se aportan en la materia orgánica a la superficie del suelo, (mediante cobertura vegetal permanente, aplicación de mulch y labranza cero). La producción agrícola debe basarse en la integración de diversas prácticas sencillas que mantengan la fertilidad y estabilidad del suelo, el equilibrio de la microfauna y una permanente disponibilidad de alimentos. Entre estas tenemos:

1. Reducir el laboreo del suelo; la práctica de la labranza reducida y labranza cero protegen la estructura, porosidad y vida de los organismos del suelo, al no tener que removerse la capa superficial o arable que es la más enriquecida en nutrientes y microorganismos. La siembra de árboles elimina la necesidad de la labranza completa pues sólo basta con preparar el sitio para la siembra; el área restante puede dejarse con una cobertura vegetal natural.

2. Establecer y mantener una cobertura permanente al suelo, que no tenga que renovarse con frecuencia. La cobertura viva es la mejor defensa natural contra la erosión, la pérdida de humedad, las alteraciones fuertes de la temperatura del suelo; así mismo permite el reciclaje de nutrientes, proporciona un hábitat para muchos insectos benéficos que ayudan en el control natural de las plagas y evita la compactación.

3. Propiciar el reciclaje de nutrientes, principalmente por el aprovechamiento de las excretas de los animales y la incorporación de altas cantidades de biomasa verde o seca proveniente de los abonos verdes.

4. Aprovechar eficientemente el terreno al ocupar el espacio vertical, conjugando especies de diversos estratos como el arbóreo, subarbóreo, arbustivo y rastrero con especies forestales, frutales, hortícolas y de pancoger.

5. Proteger al suelo con el sombrío generado por los mismos frutales, conservando al máximo la humedad almacenada en el terreno. La creación de microclimas en la parcela favorece el establecimiento de otras especies productivas y la conservación de las condiciones del suelo.

6. Producir alimentos de manera escalonada; esto se logra cuando se asocian cultivos diversos con períodos de duración y ciclos de producción diferentes.

7. Producir materias primas para el procesamiento (pulpas), permitiendo dar valor agregado a los productos finales del agroecosistema y generando, además, la posibilidad del autoempleo familiar, el reciclaje de subproductos en la alimentación animal y la conservación de productos perecederos por períodos prolongados.

8. Asociar siempre especies multipropósito, es decir, que sirvan para más de un fin como conservación de suelos, producción de néctar, forraje o alguna sustancia útil en la agroindustria, artesanía, repelente, etc. (1)

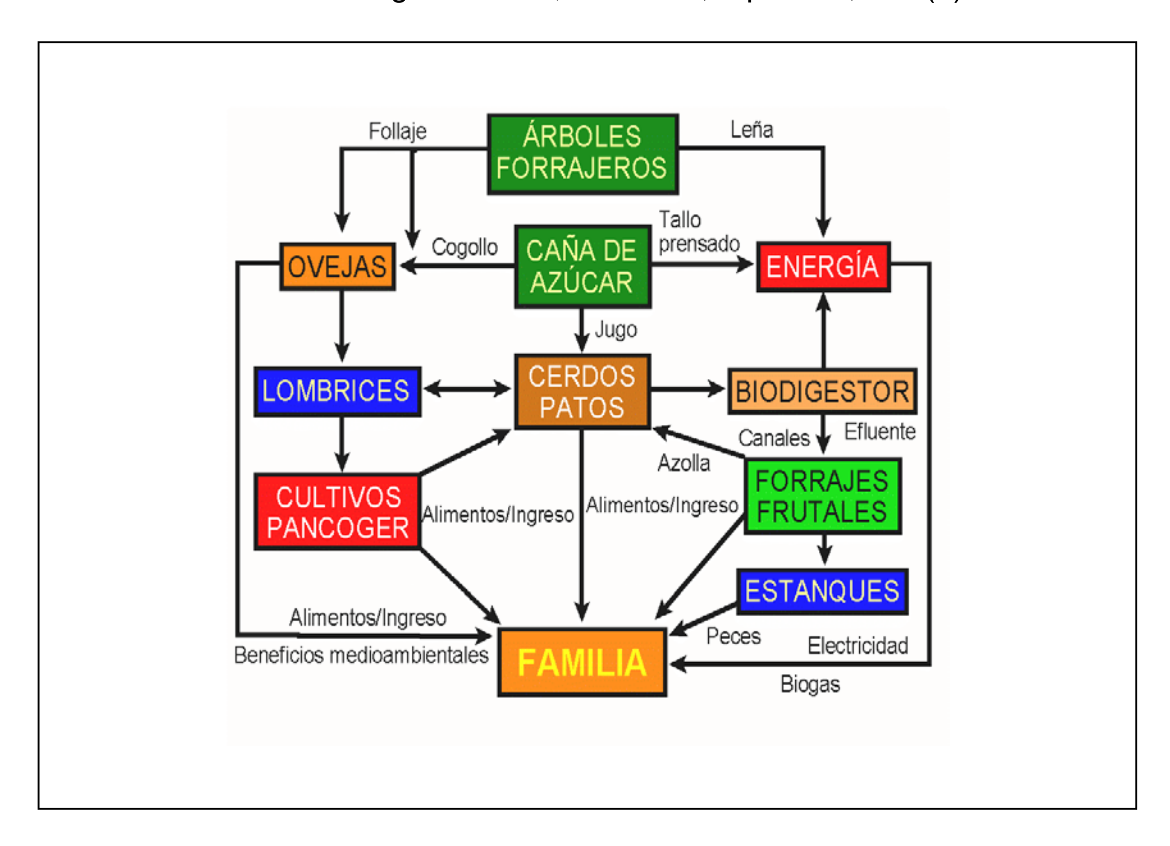


Figura 24. Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria para el Trópico (CIPAV 1999).

1.6 Agricultura insustentable

Un agroecosistema puede dejar de ser considerado como sustentable cuando ya no puede asegurar los cambios institucionales y organización social, desarrollo de recursos humanos y capacidades locales, investigación participativa, servicios

ecológicos, los objetivos económicos y los beneficios sociales, como resultado de un cambio o una combinación de cambios en los siguientes niveles:

- Disminución en la capacidad productiva (debido a la erosión, contaminación con agroquímicos, etc.).
- Reducción de los mecanismos de control de plagas o de las capacidades de reciclaje de nutrientes.
- Reducción en la biodiversidad (material genético) por efecto de los monocultivos.
- Reducción en la disponibilidad de los recursos necesarios para satisfacer las necesidades básicas (por ejemplo, acceso a la tierra, al agua y otros recursos).
- Reducción en la capacidad de manejo adecuado de los recursos disponibles, debido a una tecnología inapropiada o a una incapacidad física (enfermedad, malnutrición).
- Reducción de la autonomía en el uso de recursos y toma de decisiones, debido a la creciente disminución de opciones para los productores agrícolas y consumidores. (3)

Tabla 24. Características de los principales modos de producción agrícola en América Latina

CARÁCTERÍSTICAS	MODO CAMPESINO	MODO MODERNO (REVOLUCION VERDE)
1. Energía utilizada	Principalmente energía solar, tracción animal y fuerza humana	Principalmente energía solar y fósil (derivada del petróleo)
2. Tamaño de las fincas	Pequeñas, ubicadas en general en laderas fuertes.	Medianas a grandes, localizadas en zonas planas o laderas poco inclinadas
3. Uso de insumos	Muy pocos; algunos de ellos se producen en la misma finca	Alto uso de insumos que se consiguen principalmente en el mercado a muy alto costo
4. uso de fuerza de trabajo (mano de obra)	Familiar y/o comunitaria (mano cambiada)	Generalmente asalariada (pago de jornaleros)
5. Diversidad de la producción	Alta diversidad de plantas cultivadas y animales. (Producción diversificada)	Baja diversidad; dedicada al monocultivo o cría de una especie animal. Producción especializada.

6. Cantidad de producción y mercadeo	Baja producción dedicada primeramente al autoconsumo familiar y venta de excedentes en el mercado local	Alta producción dedicada al mercado nacional y de exportación. No hay autoconsumo ni seguridad alimentaria.
7. Costos de producción y ganancias	Muy bajos costos de producción; ganancias también escasas	Altos costos de producción; ganancias altas o bajas dependiendo de los riesgos.
8. Desechos producidos	Poca cantidad que se reutilizan en la misma finca y no contaminan el ambiente.	Alta cantidad de desechos que contaminan aire, suelo y agua.
9. Tecnología utilizada	Poca y muy sencilla; basada en los conocimientos locales	Mucha tecnología de difícil aplicación y costosa; requiere personas con conocimientos especializados en ella.
10. Organización comunitaria	Muy aprovechada para el trabajo de las fincas y la solución de problemas generales. Existe conciencia de pertenencia a la comunidad.	Muy poco empleada y valorada. Cada agricultor resuelve sus propios problemas.
11. Conocimientos empleados en la producción	Tradicionales que se trasmiten de padres a hijos y no está escrito	Especializado y basado en la tecnología moderna y cultivos convencionales. Está escrita y es muy difundida.
12. Forma de entender la naturaleza	Como un ser viviente y sagrado, unido a creencias y divinidades. La humanidad vive la armonía con la naturaleza.	La naturaleza es una máquina; un recurso para explotar al máximo por medio de la técnica. La humanidad es dueña de la naturaleza para explotarla.

Fuente: Alvaro Acevedo, 2000

Tabla 25. Pérdida de suelo de acuerdo a cantidad de mulch utilizados en suelo de pendiente 1-15 %

CANTIDAD DE MULCH (TON/HA)	PÉRDIDA DE SUELO (TON/HA)
0	76.6
2	2.4
4	0.37
6	0.04

Fuente: Gómez, 1998

Tabla 26. Comparación de la productividad de variedades de trigo nativas y mejoradas

PRÁCTICA	VARIEDAD NATIVA	VARIEDAD MEJORADA (REVOLUCIÓN VERDE)
Rendimiento (kg./ha)	3291	4690
Demanda de agua (cm.)	5.3	16
Demanda fertilizante	47.3	88.5
Productividad respecto al uso del agua (kg./ha/cm.)	620.9	293.1
Productividad respecto al uso del fertilizante (kg./ha/ha)	69.5	52.9

Fuente: Bioma, 1995

1.7. Los cultivos transgénicos

1.7.1. Concepto

La ingeniería genética es una aplicación de la biotecnología que implica la manipulación de ADN y la transferencia de componentes genéticos entre especies, para lograr la manifestación de determinados rasgos genéticos. Aunque la ingeniería genética tiene múltiples aplicaciones en la agricultura, el enfoque actual de la biotecnología está centrado en el desarrollo de cultivos transgénicos, tales como los resistentes a herbicidas, plagas y enfermedades.

La mayoría de las innovaciones en biotecnología agrícola están motivadas por el afán de lucro, más que por la búsqueda de respuestas a las necesidades

humanas, por lo que el énfasis de la industria de la ingeniería genética realmente no está puesto en resolver los problemas agrícolas, sino en el incremento de la rentabilidad. Esta aseveración se apoya en el hecho de que al menos veintisiete empresas, entre las que se incluyen las ocho compañías de



plaguicidas más grandes del mundo, Bayer, Ciba-Geigy (ahora Novartis), ICI, Rhone-Poulenc, Dow/Elanco, Monsanto, Hoescht y DuPont, y virtualmente todas las compañías de semillas, muchas de las cuales han sido adquiridas por compañías químicas, vienen realizando investigaciones sobre plantas resistentes a herbicidas. Lo irónico es que esta «biorevolución» está siendo introducida por los mismos intereses que promovieron la primera ola de agricultura basada en agroquímicos. Ahora, equipando cada cultivo con nuevos «genes insecticidas», prometen al mundo plaguicidas más seguros, disminución en el uso intensivo de agroquímicos y una agricultura más sostenible. Sin embargo, mientras los cultivos transgénicos sigan de cerca el paradigma de los plaguicidas, tales productos biotecnológicos no harán más que reforzar el círculo vicioso de los plaguicidas en los agroecosistemas, legitimando de esta manera las preocupaciones que muchos científicos han expresado acerca de los posibles riesgos ambientales de los organismos genéticamente modificados.

1.7.2. Riesgos de los cultivos transgénicos

1. Grandes extensiones plantadas con un sólo cultivo son altamente vulnerables a nuevos patógenos y plagas. Por lo tanto la diseminación de los cultivos transgénicos amenaza la diversidad genética al simplificar los sistemas de cultivos y promover la erosión genética. Los mercados internacionales promueven el cultivo de una sola variedad transformando el paisaje tropical.

2. La transferencia de genes de cultivos resistentes a los herbicidas hacia sus familiares silvestres o semidomesticados puede llevar a la creación de “supermalezas”.

3. El uso masivo de la toxina Bt (*Bacillus thurigiensis*) en los cultivos puede desencadenar interacciones potencialmente negativas que afecten a varios organismos en la cadena trófica. Estudios conducidos en Escocia y Suecia sugieren que los áfidos y otros herbívoros secuestran la toxina Bt y la transfieren a sus depredadores (Coccinellidae y Chrysopidae), afectando así la reproducción y la longevidad de estos insectos benéficos. Además puede causar el desarrollo de resistencia en los insectos plaga (Lepidópteros).

4. La toxina Bt también puede ser incorporada al suelo junto con los residuos de la cosecha y permanecer de 2 a 3 meses, resistiendo la degradación al adherirse a las arcillas del suelo, manteniendo así su actividad y afectando negativamente a los invertebrados del suelo y potencialmente también al reciclaje de nutrientes.

5. Otro efecto ambiental asociado con cultivos transgénicos resistentes a los virus se relaciona con la posible transferencia de los transgenes a sus familiares silvestres a través del polen.

Aunque existen muchas preguntas sin responder acerca del impacto de la liberación de plantas transgénicas y de microorganismos en el medio ambiente, se espera que con la biotecnología se agraven los problemas de la agricultura convencional y que al promover los monocultivos también se inhiban las prácticas agrícolas alternativas, tales como las rotaciones y los policultivos.

Los cultivos transgénicos desarrollados enfatizan en el uso de un sólo mecanismo de control (un gen: una plaga), táctica que ha fallado una y otra vez con los insectos, los patógenos y las arvenses; los cultivos transgénicos muy posiblemente incrementarán el uso de plaguicidas y acelerarán la evolución de insectos resistentes. En la medida en que se amplia el uso de herbicidas de amplio espectro, las opciones para que se adopte una agricultura diversificada serán mucho más limitadas. (24, 36)

CAPITULO 2

COMPLEMENTOS PARA LOGRAR UNA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA INTEGRAL



"Si en Colombia se logra desarrollar
el campo, se estarían resolviendo
definitivamente los problemas y
necesidades básicas de la población."
Juan Guillermo Vásquez

2.1. El proceso de reconversión

La mayoría de las fincas manejadas actualmente por campesinos y grandes productores presentan efectos negativos dejados por el sistema de la revolución verde. El suelo perdió su biodiversidad y es considerado un sustrato infértil que se utiliza para recibir los fertilizantes y pesticidas químicos. Cuando se desea realizar una conversión al modelo de agricultura orgánica se requiere un proceso planificado, que demanda la aplicación de prácticas agroecológicas simultáneas y complementarias a través del tiempo. Antes de esto es necesario hacer una evaluación minuciosa para seleccionar las estrategias y técnicas que

permitan el logro de la sosteniblidad, pero la respuesta del agroecosistema no es inmediata, por ello se han determinado 3 etapas en el proceso de cambio.

La incorporación de los cambios requiere lógica ecológica, de manera que el proceso sea aditivo y sinérgico, con regeneración paulatina de los componentes y funciones.

2.1.1. Etapa de eficiencia

Reducción de insumos externos y costos de producción, mediante la modificación o aplicación de técnicas que aumenten la eficiencia en la utilización de insumos que rebajen el impacto contaminante y degradante. Por otro lado aceptar las condiciones existentes de producción, limitantes y potencialidades para identificar preliminarmente posibles cambios estructurales (fertilización localizada y apoyada en análisis de suelos, optimización del uso del agua, control de plagas y enfermedades de acuerdo a monitoreos, labranza
Reducida.



2.1.2. Etapa de sustitución de insumos

Se propone eliminar el uso de agroquímicos remplazándolos por compuestos con base orgánica o biológica, que no impacten negativamente el sistema. Es la etapa mas difícil desde el punto de vista de productividad, ya que puede disminuir mientras se recuperan los sistemas de control interno, (fertilización orgánica, compuestos botánicos, organismos controladores, otros)

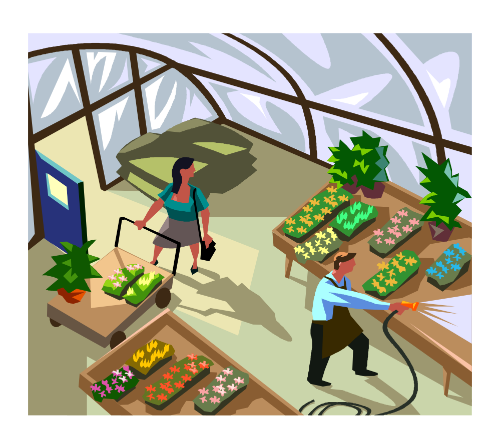
2.1.3. Etapa de rediseño del sistema

En esta etapa se realizan cambios en la estructura del sistema, se seleccionan cultivos, se hacen nuevas rotaciones y asociaciones, se modifica el paisaje de cultivo y los linderos, se crean espacios especiales para la reproducción y

mantenimiento de organismos benéficos, se cambian prácticas y objetivos de mercado y calidad, se incorpora niveles de integración animal y forestal, trabajo asociativo y de complementariedad local.
El proceso puede durar entre 1 o 5 años de acuerdo con el estado inicial de deterioro del agroecosistema. (25)

2.2. Cultivos bajo invernadero

Las característica climáticas de la zona tropical tienen efectos adversos en la calidad de los cultivos cuando están a la intemperie, la humedad contribuye al desarrollo de microorganismos patógenos que inducen a la aparición de enfermedades, el lavado de nutrientes por el exceso de lluvia, los daños que causa el granizo sobre los tejidos de las plantas contribuyen a mermar los rendimientos y la calidad de las cosechas. En otros países con muchas menos posibilidades que Colombia, el método de Cultivos Bajo Invernadero es muy usado por sus excelentes resultados, pero contempla como principal desventaja los costos de su montaje.



Las ventajas de cultivar bajo invernadero son las siguientes:
1. Producción constante: Es posible programar y garantizar producción durante las 52 semanas del año. A cielo abierto se reducen las posibilidades de lograr completamente este objetivo.

2. Producción programada: Es posible programar las cantidades más o menos exactas a producir por semana durante todo el año, lo cual permite comprometerse en entregas, negociar precios, programar gastos, ingresos estables.

3. Altos niveles de producción (Productividad): En este tipo de cultivo la productividad por metro cuadrado es de 3 a 7 veces mayor que para el mismo a cielo abierto. Ensayos realizados en el oriente antioqueño lo demuestran. De igual

forma los insumos son mejor aprovechados, hay un mejor uso de la tierra y permite la diversificación sin adquirir otros terrenos.

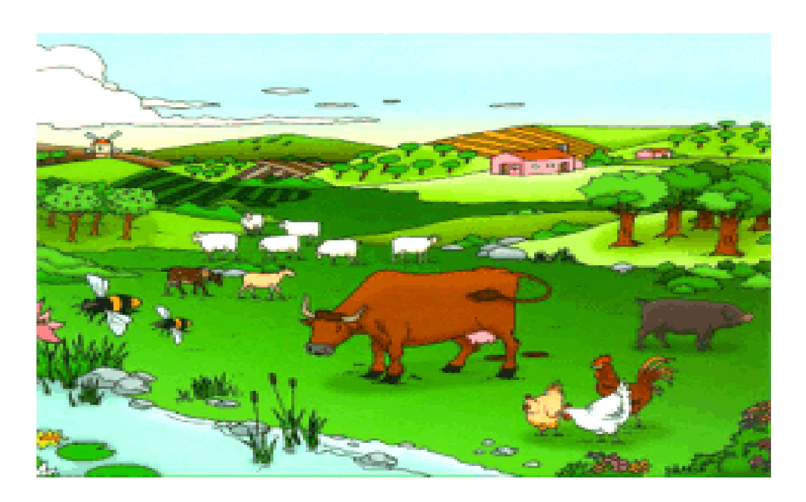
4. Calidad óptima de los productos. (Calidad): Dado que las plantas se encuentran bajo techo, se eliminan muchos agentes que pudieran atacarla: facilita el control de plagas y previene el ataque de elementos meteorológicos.

5. Independencia climatológica. (Oportunidad): Como la mayoría de las plantas dependen de la flor para dar un fruto sano y en abundantes cantidades, ataques externos como el viento, la lluvia, el granizo y sol en exceso pueden dañar la florescencia y castigar el rendimiento del cultivo y su calidad.

6. Costos de producción reducidos (Oportunidad): Como la producción es mucho más alta por cada planta el agua se aprovecha mejor, se reduce la mano de obra y el control de plagas por unidad de área. En muy poca área es posible tener grandes producciones, lo que es altamente beneficioso para el pequeño agricultor. (25, 42)

2.3. La seguridad alimentaria

Es la satisfacción adecuada de las necesidades de alimentos de un individuo, familia, comunidad, región o país, no sólo diarias, sino a lo largo del año. Estos alimentos deben ser nutricionalmente adecuados, es decir, deben llenar todos los requerimientos de calidad, cantidad y variedad, de manera que los individuos puedan llevar una vida sana y activa, especialmente si se considera que es un derecho humano básico.



Los principales factores que influyen en la seguridad alimentaria son el suministro de alimentos, el acceso al trabajo y a servicios básicos (educación, salud, vivienda) y se sustenta en la disponibilidad, accesibilidad y utilización de los

alimentos; es decir, los alimentos deben existir en una cantidad tal que sean suficientes para la población. Además deben distribuirse y estar disponibles localmente y ser alcanzables para todos y utilizarse del mejor modo posible para que las personas se alimenten bien y estén sanas.

Si el 75% de la población mundial basa su alimentación en solo cuatro especies cultivadas, es fácil llegar a la conclusión de que existen muchísimas especies vegetales que están subutilizadas. Pero cualquier estudio detallado muestra que aún aquellas que se conocen mundialmente por su cultivo, como el arroz, el trigo, los frijoles o los tubérculos, no son conocidas en todas sus potencialidades.

La subutilización se encuentra también en las ventajas o utilidades potenciales que son posibles de obtener del cultivo. Esto queda claro si consideramos que al menos el 10% de los cereales cosechados se pierden, y que en algunos países las pérdidas son mucho mayores (FAO, 1984) Los productos agrícolas sufren daños durante la recolección, el secado, el almacenamiento, la elaboración, el envasado y la distribución, todo lo cual resulta en menores rendimientos netos. Mejorando el almacenamiento y la manipulación de los productos sería posible disponer de más alimentos.

Para 840 millones de personas en el mundo, obtener alimentos suficientes para satisfacer sus necesidades energéticas mínimas es una lucha diaria; dos billones de personas no consumen la cantidad y variedad de alimentos necesarios para satisfacer sus necesidades de vitaminas y minerales. Incluso en Estados Unidos de América, donde predominan los problemas de sobrealimentación, unos 31 millones de personas, entre los que se cuentan 12 millones de niños, no tienen acceso regular a los alimentos necesarios para satisfacer sus necesidades nutricionales mímicas. El hambre y la mal nutrición impiden que los niños crezcan y se desarrollen normalmente. Limitan la capacidad de aprender y la productividad tanto de niños como de adultos y, cuando son generalizados, limitan seriamente al desarrollo social y económico de comunidades y naciones.

La mejor manera de promover la seguridad alimentaria es producir, procesar, almacenar y distribuir los alimentos localmente, promoviendo también la disponibilidad diaria, con independencia de factores climáticos y de mercados foráneos. En vista de que el hambre se origina por conflictos políticos y sociales, desastres ecológicos, realmente la causa principal de la inseguridad alimentaria es la pobreza crónica, en la que las personas no poseen los recursos para producir o adquirir el alimento.

En la seguridad alimentaria, la mujer tiene un papel preponderante, puesto que culturalmente ha sido la promotora de la conservación y del almacenamiento de semillas, sin contar su papel en el manejo y cuidado de los animales y como productora de la huerta casera. Además es ella quien aporta los vínculos

culturales que aseguran la nutrición, los cuidados e ingresos para la familia. (24, 38)

2.4. La conservación de semillas a través de los guardianes campesinos

Existe hoy en día una conciencia nunca antes vista en relación con los recursos genéticos y su importancia para la humanidad. La discusión se ha enfocado particularmente en la pérdida de variedades tradicionales, o “erosión genética” y en el control del germoplasma por parte de ciertos grupos o empresas interesadas.

Se están perdiendo variedades en la medida en que dejan de ser cultivadas. Se requiere con urgencia la búsqueda y recuperación de estos recursos que están en proceso de desaparición, con el propósito de conservarlas. Las variedades tradicionales son fuentes de genes útiles en relación con ciertas características especiales, como es la resistencia a las enfermedades o a la sequía. Dichos genes son invalorables para la reproducción de nuevos cultivos.



Existe un gran vacío en la calidad e impacto de los esfuerzos por salvar las semillas, a pesar de la difusión que viene haciéndose a través de talleres, conferencias, reuniones y documentos escritos. Históricamente, los que mejor han conservado semillas son los pequeños agricultores, pero desafortunadamente no existen programas de conservación de semillas a ese nivel. Mientras tanto, el patrimonio de semillas continúa disminuyendo cada día, de forma lenta pero segura.

El concepto de guardián campesino o campesina es válido porque la mayoría de las semillas de hoy fueron pasadas de generación en generación entre los agricultores. Al ser sembradas cada año estas variedades continúan desarrollándose, adaptándose al entorno cambiante. Estas mismas semillas, almacenadas en instalaciones convencionales, a temperaturas bajas, permanecen latentes y sus características no cambian, es decir, no continúan desarrollándose. De hecho, las variedades almacenadas de esta forma, si son sembradas muchos años después en el campo, posiblemente no podrán tolerar los cambios

ambientales ocurridos en el mismo lugar de donde fueron recolectados originalmente.

Muchas variedades tradicionales no cumplen con los criterios y las normas exigidas por los consumidores actuales, por lo que no son cultivadas a nivel comercial, aún cuando pudieran tener características superiores en términos de contenido nutritivo, sabor, almacenamiento y resistencia a plagas y enfermedades. Estos materiales se encuentran muchas de ellas en vía de extinción, pues las variedades mejoradas se han encargado de ir desplazándolas y hoy son muy pocas las comunidades de agricultores que aún las cultivan y utilizan. Ejemplos de esto son las variedades nativas de fríjol que poseen nombre muy castizos en nuestro medio como el petaco, sangretoro, liborino, rosado, estrada blanco, cargamento guasabro, habas, riñón, guandul, mortiño, bala, etc. De maíz se tiene el amagaceño, capio, puya, blanquillo. En tubérculos se tienen los ullucos, ocas, cubios, las papas criolla yema huevo, punto rojo, calabaza, paramilla, argentina azul, negra. Otras especies propias de nuestras regiones son el tomate de aliño cherry (pequeño), ahuyama, cidra, arracacha, caña Ricardo, café pajarito, quinua, amaranto, árbol del pan, chontaduro, borojó, tamarindo, guineo, cebada, avena, trigo, entre otras. Las variedades mejoradas de estos cultivos son superiores en producción y de tamaño más grande, pero dependen de los químicos para su crecimiento. Otras variedades no permiten ser cosechadas en forma sincronizada o uniforme, por lo que se están perdiendo.

La mayoría de los productos agrícolas que se ven en exhibiciones y concursos, utilizan el tamaño como el principal criterio para la calificación del cultivo. En los países desarrollados se pagan los precios más altos por productos pequeños, mientras que la biodiversidad genética de los cultivos tradicionales es diferente en tamaño (aguacates y papayas son de tamaño grande).

El énfasis en producir productos sin semilla es otro ejemplo de cómo han cambiado las preferencias a lo largo de los años. Ejemplo de esto son las uvas sin semillas, el limón persa, las naranjas y las papayas con pocas semillas en cada fruta. La imposición que tienen las casas comerciales de semillas mejoradas genéticamente se ha convertido en una amenaza permanente, y más aún con el efecto que generan los manejos biotecnológicos con las semillas transgénicas, que traen en su información genética modificaciones para hacerlas más productivas y resistentes a las condiciones adversas del suelo, clima, plagas y enfermedades.

Otro aspecto es la actitud que tienen algunos técnicos y extensionistas con respecto a los agricultores que cultivan estos productos autóctonos, a quienes tratan como primitivos y atrasados en su forma de pensar y en su selección de variedades.



La mejor oportunidad para conservar estas variedades consiste en volverlas a introducir a través de programas de horticultura en huertos rurales y urbanos o en áreas escolares. Las cualidades especiales de los cultivos tradicionales, como son su naturaleza robusta, su prolífica producción de semillas, su alto valor nutritivo, sus períodos de cosecha bien distribuidos, su tolerancia a la sombra, plagas y enfermedades, etc. hacen que sean particularmente útiles para estos programas.

Es también importante reconocer que su rendimiento no necesariamente debe ser bajo porque, en combinación con técnicas mejoradas de cultivo, como son las tecnologías orgánicas, su rendimiento por unidad de superficie puede compararse favorablemente con el rendimiento alcanzado al utilizarse tecnologías y químicos convencionales. Dichos huertos podrían incluir una gran variedad de cultivos, aproveçhando de paso la biodiversidad local y/o regional.

2.4.1. Proceso

Todavía tenemos en nuestras regiones una amplia selección de materiales para coleccionar. En aquellos lugares donde se ha promovido de forma agresiva la agricultura moderna, estos recursos genéticos todavía existen, aunque a menudo crecen únicamente en áreas remotas, en solares o en sistemas de cultivos asociados, o incluso como arvenses. Las comunidades de estas zonas tienen la responsabilidad de multiplicar estas semillas. Algunos de estos grupos continúan cultivando antiguos cultivos porque no han entrado en contacto con extensionistas o porque, debido a razones culturales, se han resistido al cambio.

Los recolectores de semillas enfrentan dificultades comunes como son los problemas de clasificación, multiplicación, caracterización, almacenamiento y control de calidad, los cuales son esenciales dentro de este proceso, pues consumen mucho tiempo y requieren recursos económicos.

Se debe restringir la colección basándose en prioridades: hortalizas, árboles frutales, tubérculos, granos. Es un error común intentar coleccionar todo lo que se encuentre, porque pronto se vuelve una tarea abrumadora, difícil de manejar y costosa.

La multiplicación de semillas requiere mucha mano de obra. Debe sembrarse y observarse los cultivos por dos o tres ciclos, para asegurar que se registren sus verdaderas características: época de siembra, hábitos de floración, susceptibilidad a plagas, etc.

La recolección y secado de semillas también demanda mucho tiempo y trabajo. Pueden presentarse problemas en esta etapa, como por ejemplo: las semillas pueden secarse demasiado o no lo suficientemente, pueden infectarse con hongos durante el almacenamiento, afectando su viabilidad, o las plántulas pueden dañarse poco después de la germinación. El contenido de humedad y la temperatura de almacenamiento de la semilla son claves para tener éxito de producción de semillas.

Es importante etiquetar los paquetes de semillas con la información sobre el lugar de origen, el nombre local y la fecha de recolección. Cualquier información que suministre el agricultor será de mucha ayuda para el manejo futuro de estos materiales.

El intercambio de semillas entre agricultores es fundamental para acceder a la variabilidad genética y garantizar su supervivencia y conservación dentro de una región o a nivel nacional.

2.4.2. La importancia de producir semillas

Es fácil producir semillas de alta calidad en el huerto orgánico a un costo bajo. Cuando no hay las semillas solicitadas en el mercado, el agricultor o agricultora puede producir semillas propias.

Cuando el agricultor produce sus propias semillas, puede venderlas para complementar sus ingresos y/o compartirlos con vecinos y amigos.

Cuando el agricultor produce sus propias semillas, puede seleccionar las más adecuadas para su medio, de acuerdo a la adaptación y resistencias contra las plagas y enfermedades.

La conservación de semillas propias es agradable y es un reto, ya que el agricultor puede experimentar con diferentes técnicas.
Se puede lograr la autosuficiencia y por ende la seguridad alimentaria al producir semillas propias. Se pueden conservar valiosas variedades de semillas tradicionales o nativas para las generaciones futuras. (26)

2.5. Las buenas prácticas agrícolas (BPA)

Las BPA que se originaron en los países desarrollados, han llegado a nuestra Región para quedarse. En efecto todo lleva a pensar que más temprano que tarde,

los principales mercados de materias primas agropecuarias y de productos procesados (agroindustriales), se regirán por los atributos de calidad de esos productos (como ya se está haciendo en la UE y EE.UU. para algunos productos específicos), determinando así, las posibilidades de acceso al mercado, los precios y en general la estabilidad del agro-negocio regional. De acuerdo a lo anterior, las BPA representan para la Región una gran oportunidad para competir por calidad y acceder así a los mercados más valiosos del mundo. Esta oportunidad es especialmente valiosa para las comunidades rurales locales (pequeños productores y campesinos) de cara a su inclusión paulatina a los mercados tanto locales como internacionales (TLC).

Las BPA son un componente de competitividad, que permite al productor rural diferenciar su producto de los demás oferentes y recibir garantías económicas de mejores precios, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, etc. Las BPA constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sustentabilidad ambiental, económica y social de las explotaciones agropecuarias, especialmente la de los pequeños productores, lo cual debe traducirse en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables para el autoconsumo y el consumidor.



Se tienen establecidas normas para determinados alimentos con el fin de asegurar que los mismos, desde la finca del productor, atravesando a toda la cadena agroalimentaria hasta el consumidor final, cumplan con una serie de requisitos que garanticen su inocuidad. Países como Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, han iniciado la confección de guías técnicas para obtener normas BPA. En Colombia el SENA viene liderando proyectos con frutales para mejorar las condiciones del manejo poscosecha con destino a las cadenas agroalimentarias.

Estas normas contemplan especificaciones relativas al uso de los recursos naturales con el fin de preservar el ambiente y especificaciones vinculadas a la seguridad sanitaria de los trabajadores rurales involucrados en la producción de alimentos a nivel de la finca, la cual genera algunos productos dañinos para la

salud, contaminación del medio ambiente, etc. que afectan a las comunidades rurales y urbanas y por lo tanto deben ser asumidos por las respectivas cadenas agroalimentarias y particularmente por los productores agropecuarios.

La normalización técnica de las BPA pretende además una comunicación directa entre todos los actores de la sociedad para establecer exigencias y parámetros con los consumidores y fomentar el comercio en un marco de eficiencia conjunta. Al Estado le cabe la tarea de colaborar en la incorporación de los atributos de calidad a los productos agropecuarios a través de políticas bien concebidas y concertadas con el sector privado.

El valor agregado proviene de la diferencia entre lo que cuesta poner un producto de determinadas características en el mercado y lo que el cliente está dispuesto a pagar por él, o lo que éste percibe como valor. El valor agregado ambiental para los productos agropecuarios se obtiene a partir de poner en evidencia la adopción de métodos de producción que dan satisfacción a las preocupaciones de los consumidores por los temas ambientales, los cuales están representados por las normas de la serie ISO 14001, que constituyen un sistema de gestión ambiental reconocido internacionalmente.

2.5.1. Ventajas

- Le permite estar preparado para exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios); en el futuro próximo, probablemente se transforme en una exigencia para acceder a dichos mercados.
- El productor comprende mejor su negocio debido a los sistemas de registros que se deben implementar (certificación) y que se pueden cruzar con información económica y por ende lo habilita a tomar mejores decisiones.
- Mejor gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, etc.) de la finca (empresa) en términos productivos y económicos.
- Aumento de la competitividad de la empresa por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc.)
- Permite reducir la cadena comercial (menos intermediarios) al habilitar la entrada directa a supermercados, empresas exportadoras, etc.
- Personal comprometido con la empresa, con aumento de la productividad por mayor especialización y dignificación del trabajo agropecuario.
- Mejor imagen de la empresa ante sus compradores (oportunidades de nuevos negocios) y mejor imagen del propio país.
- Desde el punto de vista de las comunidades rurales locales, las BPA constituyen una excelente oportunidad para demostrarse a ellas mismas y a otras semejantes, de que se pueden integrar con éxito, mejorando su calidad de vida y su autoestima, sin dejar de lado sus valores culturales.

2.5.2. Desventajas

- Alto costo de la adopción de BPA: certificación, implementación, infraestructura, costos fijos, etc.
- a certificación tiene validez únicamente por un año, o sea que debe renovarse año a año, con los consiguientes costos.
- Requiere un cambio cultural del personal involucrado (compromiso, uso de registros, cambio de hábitos higiénicos, etc.), que determina costos en tiempo y dinero.
- Capacitación del personal superior de la empresa y luego de los trabajadores, con incremento de costos en tiempo y dinero.
- Exige el cumplimiento de normas bromatológicas, ambientales, sanitarias, etc.
- Largos períodos de tiempo para implementar y alcanzar la certificación (6 meses para US GAP y entre 1 a 1.5 años para EUREP GAP).
- Auditorías periódicas que crean presión y temor entre el personal de las empresas, por no comprender el rol de las mismas.

2.6. El sistema de control de calidad orgánica

Un producto etiquetado como "orgánico indica que ha sido producido según ciertos requisitos llamadas normas orgánicas, las cuales no definen un estado de calidad medido en el producto final (por ejemplo cuántos residuos de pesticida están permitidos), ni definen la forma de producción (por ejemplo que ningún producto químico o pesticidas será usado).

Para mostrar a los compradores en los mercados o las tiendas que un producto es orgánico, generalmente son usadas etiquetas o sellos de certificación. Como nombres de marcas, estas etiquetas están registradas y protegidas y puedan ser usadas sólo por productores y procesadores autorizados.

La autorización es usualmente obtenida firmando un contrato cuando el productor o el procesador queda certificado. La certificación orgánica confirma que un producto es producido y procesado según normas orgánicas específicas.

Las etiquetas y los sellos de certificación ayudan al consumidor a reconocer fácilmente los productos orgánicos confiables, por consiguiente, son importantes herramientas en la comercialización y permiten lograr un mejor precio comparado con el que se paga por los productos convencionales.

2.6.1. Certificación ecológica

Cada vez más los consumidores se interesan en productos orgánicos porque están preocupados acerca de su salud o por el ambiente. Algunos de ellos están dispuestos a pagar un precio algo superior para los productos agrícolas orgánicos.

Por otro lado, cada vez más los agricultores cambian para la agricultura orgánica por varias razones, al menos alguno de ellos espera obtener un precio mayor por sus productos porque tiene que enfrentar una carga de trabajo superior o rendimientos inferiores y los productos orgánicos son más seguros y sabrosos.

Un premio en el precio es posible sólo si hay confianza mutua entre productores y consumidores. El consumidor quiere estar seguro que el producto que él compra se produce realmente en forma orgánica, el agricultor orgánico también necesita estar protegido de la competición injusta de otros agricultores que usan el término "orgánico" en una forma fraudulenta.

La certificación es una herramienta utilizada por los empresarios para diferenciar sus productos en el mercado nacional e internacional, con el objetivo de alcanzar mayor competitividad.

En muchos países de Europa, en Estados Unidos, Canadá y Japón, los productos certificados con algún criterio ambiental, son el mercado más dinámico en la actualidad, por lo cual los importadores están exigiendo a sus socios la certificación de sus productos como requisito para comercializarlos.

2.6.2. Ventajas de la certificación

Es una herramienta para diferenciar el producto, facilitando su introducción a nuevos nichos de mercado. Garantiza a los consumidores el cumplimiento de unos criterios específicos.

Los diferentes mercados están exigiendo productos certificados, y esto antes que una barrera comercial, debe ser aprovechado como una oportunidad del mercado para convertir su producto en un bien altamente competitivo.

Actualmente en los mercados especiales para productos certificados con criterios ambientales y sociales, se puede adquirir un sobre precio interesante, que si bien tenderá a disminuir, todavía alcanza valores importantes.

Es un mecanismo del mercado que educa a los consumidores y sirve de herramienta de control, manejo y evaluación para los productores.

2.6.3. Desventajas de la certificación

Es un proceso complejo que implica unos costos específicos en que debe incurrir el empresario para obtener la certificación. Esto puede llegar a convertirse en un obstáculo, especialmente para los pequeños productores, quienes deben buscar alternativas de asociación con otros productores para poder adquirir la certificación.

La certificación se obtiene después de rigurosos procesos de inspección realizados por los entes certificadores, quienes expiden la certificación por períodos de tiempo determinados (1 ó 2 años).

2.6.4. Quiénes certifican

Las certificadoras, organizaciones privadas e independientes de la producción y comercialización, son las encargadas de certificar el producto, proceso o servicio que el empresario voluntariamente solicite.

Las certificadoras a su vez deben estar acreditadas por el ente correspondiente que emite las normas sobre los requisitos que debe cumplir el producto certificado. El ente que emite la acreditación de las certificadoras puede ser público o privado, como en el caso de la IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica) o el FSC (Forest Stewardship Council). También describen los principios de agricultura orgánica y provee recomendaciones de cómo lograr los requisitos mínimos.

En el caso particular colombiano la institución encargada de acreditar las certificadoras nacionales es la Superintendencia de Industria y Comercio. Sin embargo, esto no es suficiente para el mercado internacional, pues los socios comerciales y los consumidores buscan el sello de sus certificadoras reconocidas. Por lo tanto las certificadoras colombianas en la mayoría de los casos, deben estar avaladas por una certificadora reconocida en el mercado europeo o norteamericano o por la organización independiente que expide las normas.

Vale la pena resaltar, que también es permitido que las certificadoras internacionales certifiquen directamente en Colombia. Los costos de la certificación dependen de cada certificadora y de las especificaciones del producto, servicio o proceso que se quiere certificar.



El proceso para obtener la certificación varía según la certificación requerida, pero en general, implica una revisión inicial al proyecto por parte del organismo certificador, para determinar si cumple o no los requisitos para obtener la

certificación. Si los cumple, es emitida la certificación, y durante el período de validez de la misma, en general uno o dos años, se realizan visitas inesperadas para comprobar que se siguen cumpliendo los criterios de producción acordados. Si el proyecto no cumple los requisitos, el organismo certificador lo asesora en el plan que debe seguir para cumplirlos y poder acceder a la certificación.

Las empresas que incorporen estos nuevos criterios de producción de forma temprana estarán asegurando ventajas competitivas contra sus competidores más cercanos porque podrán desde ahora empezar a transferir sus costos de inversión en el tiempo, encontrarán preferencias en los nichos de mercado, estarán diferenciados de la competencia, podrán aprovechar los mecanismos de promoción de los diferentes gobiernos.

Si bien el uso para la subsistencia y la producción de dichos productos para los mercados locales van creciendo, las oportunidades generadas en los mercados nacionales, regionales e internacionales, cada vez más importantes, no han sido bien aprovechadas. La producción en pequeña escala, la deficiente calidad, la falta de capacidades empresariales y de gestión, la carencia de información de mercados y el alto costo requerido para validar o certificar la sostenibilidad en la producción, son las principales dificultades para consolidar mercados nacionales e internacionales. (25,27,32)

AUTOEVALUACION

Evalúa tus conocimientos y compleméntalos investigando los temas que aún no manejas bien. A continuación se plantean varias preguntas con respuestas abiertas. Consúltalas y entrega al tutor un informe escrito. Socializa con tus compañeros de grupo las respuestas.

1. A través del diálogo con productores rurales de edad avanzada averigua sobre las especies que se cultivaban antes y que servía de sustento alimenticio a las comunidades, como era el manejo agronómico, como se preparaban para el consumo, como almacenaban sus semillas. Si existen plantas todavía trata de sacar semillas para su multiplicación. Realiza un informe escrito y socialízalo con tus compañeros de grupo.

2. Las rotaciones en los policultivos permite la mezcla diversa de especies que se pueden agrupar según el porte de crecimiento, ciclo de producción (precosidad), resistencia a enfermedades y fenómenos naturales y como complemento nutricional para otras especies. De acuerdo a esto se establecen asociaciones específicas que generan buenos resultados. Investiga cuáles especies se tienen dentro de estas clasificaciones y la clase de arreglos o mezclas se tienen establecidas en los pisos climáticos caliente, medio y frío de Colombia.

3. Proponga un ejemplo de proyecto agropecuario que permita visualizar la aplicación de los indicadores de sustentabilidad.

4. Realice un análisis de la forma cono debe manejarse la rotación de cultivos en una ladera de la zona fría.

5. Investiga sobre el método de estacas que se utiliza para medir la cantidad de suelos que se pierde en un terreno (erosión).

6. Sustenta en un ensayo las justificaciones técnicas para tener el suelo tropical cubierto permanentemente.

7. Elabora un mapa conceptual sobre la forma adecuada de aprovechar el bosque como alternativa productiva agrosilvopastoril.

8. Analiza las opciones y oportunidades que ofrece la tecnología para desarrollar agroecosistemas sostenibles.

9. Investiga los efectos de los alimentos transgénicos en la salud humana. ¿Qué estrategias se deben implementar en nuestras zonas rurales para enfrentar esta amenaza?

10. Elabora un mapa conceptual de los pasos que se efectúan en un proceso de reconversión de agricultura convencional a agricultura orgánica.

11. Investiga en tu zona de vivienda rural o una que selecciones cuáles son las especies alimenticias, medicinales, aromáticas e industriales que aún existen pero que no son de uso comercial. Analiza la posibilidad de realizar un proyecto de multiplicación con la comunidad aledaña para mejorar la seguridad alimentaria.

12. Analiza las posibilidades que tiene Colombia de establecer sistemas comerciales con productos limpios a nivel local y de exportarlos bajo el sello de certificación ecológica.

13. Evalúa las ventajas de las buenas prácticas agrícolas, que vienen consignadas en el numeral 2.5.1. , y trata de aplicarlas a un producto de importancia agrícola en tu región o del país. ¿Cuántas se cumplen realmente?

14. ¿Qué razones explican la inseguridad alimentaria de muchas poblaciones rurales y urbanas de Colombia? ¿Qué hacer para mejorar esta situación?

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO ALVARO. 2000. Agricultura sustentable en el trópico. Armero, Tolima. 244 p.

2. AHUMADA, M., et al. 1.992 Agricultura Ecológicamente Apropiada. Manual de metodología para el desarrollo de una agricultura ecológica. 184 p.

3. ALTIERI, Miguel. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. 3º ed. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. La Habana. 1997.

4. ANDRADE, A. Recursos para la fertilización orgánica. Horizonte Agroecológico, Nº 2. Editorial CIDAE, La Paz, Bolivia. pp 14-17.

5. ASCAM. 1998. Agricultura biológica y abonos orgánicos. Centro ecológico de Antioquia. Rionegro. 51 p.

6. BRECHLT, A. G., 2000. Guía técnica para la instalación de composteras. Fundación Agricultura y medio ambiente. República Dominicana. 29 p.

7. BUNCH, Rolando. El Uso de Abonos Verdes por Agricultores Campesinos: Lo que hemos aprendido hasta la fecha. En: Informe Técnico Centro Internacional de Información Sobre Cultivos de Cobertura. CIDICCO. Nº 3. 2ª Ed. Tegucigalpa. Honduras. Julio de 1995.

8. CALEGARI, A., et al. Abudacao verde do sul Brasil. Assesoria e Servicos a Projetos em Agricultura Alternativa, Río de Janeiro. 1.992. 346 p.

9. CARDONA G, W. 2000. Vacunación se suelos y plantas. Medellín, 30 p.

10. CORNARE, SECRETARIA DE ASISENCIA RURAL Y MEDIO AMBIENTE. 1997. Memorias Seminario Taller sobre Agroecología, Sonsón, Antioquia. 55 p.

11. CASTRO, D., OCHOA, O., RESTREPO, A.C. 1997. desinfestación de suelos: la solarización como un componente en el manejo integrado de cultivos.

12. CORNARE, U. C. O., Documento de divulgación técnica Nº 10, Rionegro, Antioquia. 39 p.

13. CIPAV, IMCA. 1995. desarrollo sostenible de sistemas agrarios. Memorias del III Seminario internacional. Bogotá. 213 p.

14. CONGRESO NACIONAL DE AGRICULTURA ECOLÓGICA. 1996. Abonos verdes, Imprenta Departamental de Antioquia, Medellín. P 2-23.

15. COREDI, CORNARE. 1998. Montaje de 20 parcelas demostrativas con agricultura orgánica sostenible en el oriente antioqueño. Editorial Copigráficas Mundo Azul, Rionegro, Antioquia.40 p.

16. CORPES OCCIENTE, SECRETARIA DE AGRICULTURA DE ANTIOQUIA. 1997. Agricultura ecológica sostenible. Congreso Nacional, Cuadernos académicos QUIRAMA 15. 99 p.

17. CODESARROLLO. 1999. educación ambiental y desarrollo sostenible. Ediciones gráficas Ltda., Medellín. 144 p.

18. CORPORACION BIOMA, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. 1995. I Congreso internacional de agricultura biológica y medio ambiente. Editorial ARFO Ltda.. Bogotá. 240 p.

19. CORPORACION COLOMBIA INTERNACIONAL. 1999. Agricultura ecológica: una opción para el campo. Panamericana Formas e impresos S.A., Bogotá. 217 p.

20. DERPSCH, R. Uso de abonos verdes para la conservación de suelos en la agricultura mecanizada. MGA-GTZ, Asunción, Paraguay. 1.995. 30 p.

21. GOMEZ, L.C.. 1998. Abonos orgánicos y biofertilizantes. 15 p.

22. GONZALES, O.D. 1996. micorrizas: alternativa en la producción vegetal, Secretaria de agricultura y fomento del Valle del Cauca. 49 p.

23. GUÍA TÉCNICA. 1.996 Integración de leguminosas en sistemas locales de producción agropecuaria. PASOLAC-SIMAS, Managua, Nicaragua. 104 p.

24. HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. 2002. Manual agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Biblioteca del campo. Editorial Quebecor World, Bogotá. 1093 p.

25. IFOAM. 2004. Manual de capacitación en agricultura orgánica para los trópicos. Costa Rica. 220 p.

26. INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECONSRUCIÓN RURAL. 1993. Guía práctica para el huerto familiar orgánico, Ecuador. 252 p.

27. LEE, R. 1999. Segundo curso de formación avanzada en agricultura sostenible. Prácticas para el manejo agroecológico de fincas. Centro de investigaciones y asesorías agroindustriales, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 78 p.

28. MEJIA, G.M. 1996. Lombricultura y compostaje. En: curso sobre agriculturas alternativas. Jardín Botánico Alejandro Humboldt, Marsella, Risaralda.

29. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2000. Agricultura orgánica. proyecto piloto de reserva campesina, IICA nº 1 y 2. 55 p.

30. ODUM, E P. 1995 Ecología. Peligra la vida. 2º ed. Editorial Interamericana Mc Graw – Hill. México, D.F.

31. PATRIQUIN, D., MONCAYO, F. Cerrando el ciclo de los nutrientes, conceptos obtenidos de la Agricultura Orgánica. Biology Department, Dalhousie University Halifax, N. S., Canadá. pp 101-121

32. QUIRAMA, GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. 1998. III Seminario y muestra nacional sobre sotenibilidad. Cadernos académicos Quirama 18, Rionegro, Antioquia. 203 p.PAZMIÑO, A. 1999. La alelopatía. Universidad de chile, Escuela de Agronomía, Santiago de Chile. 15 p.

33. PIAMONTE, R. 1996. Abonos Verdes. Quirama, Rionegro. 13 p.

34. PIPER, C., MORSE, W. 1922. The Velvet Bean. Farmers´ Bulletin Nº 1276, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 27 p.

35. PRAGUER M., M. RESTREPO M., JM, ANGEL S., D.I., MALAGON M. R., ZAMORANOM., A. 2002. Agroecología. Impresora Feriva S.A. Palmira. 333 p.

36. PRIMAVESI, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. 499 p

37. RAMIREZ, C.C. 1995. Caldos microbianos. En: curso sobre microbiología agraria, RECAB. Popayán.

38. RED DE AGRICULTURA ECOLOGICA DEL PERU, RAE. 2004. Cultivando comunidades agroecológicas (8º encuentro nacional de agricultura ecológica). Editorial La Esperanza. Lima, Perú. 139 p

39. RESTREPO A., J.G. 2002. Abonos verdes y cultivos de cobertura, alternativas para una agricultura ecológicamente apropiada en el trópico. Medellín. 35 p.

40. SANCLEMENTE H, Oscar. Uso de la Vitabosa (*Mucuna deeringiana*) para la recuperación de áreas invadidas por la Vendeaguja (Imperata contracta). Apartadó, Programa de Economía Campesina, CONIF, 1987. 10 p

41. VALENCIA R, D. 2000. Aspectos básicos de la simbiosis MVA-Plantas. Glomales de Antioquia. Medellín, 8 p.

42. VASQUEZ, J.G. 2003. Cultivos bajo invernadero y alelopatía. Escuela de producción limpia, La Ceja, Antioquia. Memorias del curso de Agricultura Orgánica. 20 p.

43. VASQUEZ T, G. 2000. Ecología y formación ambiental. Editorial Mc Graw-Hill, México. 343 p.

CIBERGRAFIA

La siguiente lista de enlaces electrónicos complementan los temas abordados en este módulo. Ayudarán a ampliar los conocimientos al estudiante y motivarán a la búsqueda minuciosa de temas relacionados de acuerdo con el interés particular.

http://www.agroeco.org/doc/Biotecnologia_Agricola.htm

www.ecoportal.net/temas/deforestacion.htm

www.biconet.com/soil/

www.bio-organics.com/

http://www.agendaorganica.cl/altieri.htm

http://www.buscagro.com/PAGINAS_PARA_ESTUDIANTES/Ciencias_del_suelo/

http://www.fao.org/docrep/meeting/X4983s.htm

http://www.fao.org/docrep/meeting/X0075s.htm#P84_1135

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/004/y3557s/y3557s0
9.htm

http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp3.htm

http://www.fao.org/organicag/frame5-s.htm

http://www.rlc.fao.org/opinion/anterior/2001/hoeber.htm

http://www.laneta.apc.org/pasos/tiagri.htm

http://www.buscagro.com/

http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20
INTERES/ND-B-2.htm

http://www.vidasana.org/agribio/secretos.asp

http://www.vidasana.org/varios/consumo_razones.asp

http://www.agrecolandes.org/webs-agroecologia.php

http://www.inforganic.com/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownloaddetails&lid=15&ttitle=Lecciones_a_pequeños_agricultores_orgánicos_latinoamericanos

http://www.agendaorganica.cl/

http://www.camagro.com/actualidad/descarga/situacion_agricultura_organica.pdf

http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp

www.agromisa.org/agrodok/

www.agrecol.de/

www.cabi-bioscience.org/

www.geocities.com/RainForest/Vines/6274/

www.ifoam.org

www.maela-net.org/

www.agrecolandes.org/